



Universidad
Carlos III de Madrid

Departamento de Ingeniería mecánica

PROYECTO FIN DE CARRERA

ESTUDIO DEL TRANSPORTE VERTICAL DE UN EDIFICIO DE OFICINAS

Autor: Isabel Sánchez Gámez

Tutor: Higinio Rubio Alonso

Leganés, Junio de 2013

Título: Estudio del transporte vertical de un edificio de oficinas

Autor: Isabel Sánchez Gámez

Director: Higinio Rubio Alonso

EL TRIBUNAL

Presidente: _____

Vocal: _____

Secretario: _____

Realizado el acto de defensa y lectura del Proyecto Fin de Carrera el día __ de _____ de 20__ en Leganés, en la Escuela Politécnica Superior de la Universidad Carlos III de Madrid, acuerda otorgarle la CALIFICACIÓN de

VOCAL

SECRETARIO

PRESIDENTE

*"Dichoso el que un buen día sale humilde
y se va por la calle, como tantos
días más de su vida, y no lo espera
y, de pronto, ¿qué es esto?, mira a lo alto
y ve, pone el oído al mundo y oye,
anda, y siente subirle entre los pasos
el amor de la tierra, y sigue, y abre
su taller verdadero, y en sus manos
brilla limpio su oficio, y nos lo entrega
de corazón porque ama, y va al trabajo
temblando como un niño que comulga
más sin caber en el pellejo, y cuando
se ha dado cuenta al fin de lo sencillo
que ha sido todo, ya el jornal ganado,
vuelve a su casa alegre y siente que alguien
empuña su aldabón, y no es en vano"*

Carlos Rodríguez

Resumen

El presente documento estudia un proyecto completo de ingeniería del transporte vertical de un edificio de oficinas.

El transporte vertical de un edificio es una de las instalaciones fundamentales a la hora de diseñar el edificio. Un diseño incorrecto del núcleo de ascensores puede originar graves problemas a los usuarios y un sobredimensionamiento puede elevar los costes de mantenimiento innecesariamente.

El estudio del transporte vertical de un edificio consta de dos partes fundamentales. La primera es definir el núcleo de ascensores mediante un estudio de tráfico del edificio. La otra parte fundamental es el estudio mecánico y definición de todos los componentes de los ascensores.

A continuación se estudia y verifica que el proyecto cumple con la normativa europea, nacional y local vigente.

El proyecto continúa con el desarrollo del estudio de Gestión Medio Ambiental y el estudio de Seguridad y Salud, necesarios para la implantación en la obra.

Por último se realiza el estudio de costes del proyecto. Este estudio incluye el coste del material y el montaje de los ascensores, los costes derivados de la implantación en obra y el coste de aplicar el estudio de Seguridad y Salud

Palabras clave: transporte vertical, ascensor, capacidad de carga, motor síncrono axial, UNE-EN-81-1, Código Técnico de la Edificación

Abstract

This document examines a full engineering project concerning the vertical transport in a office building..

A building's vertical transport is one of the fundamental installations when it comes to designing a building. An incorrect design of the elevator core can result in grave problems to the users, while oversizing can unnecessarily increase the maintenance costs.

The study of a building's vertical transport consists of two fundamental parts. The first is to define the elevator core by building traffic study. The other fundamental part is the mechanical study and the definition of all elevators' component parts.

Below, this paper will examine and establish that the project meets with the current European, national and local Regulations.

The project continues with the development of the study of Environmental Management Plan and the Safety and Health Study, necessary for the work's implementation.

Lastly, this document will examine the project's costs. This study includes the cost of materials and elevators installation, the derivative cost in implementation of the work and the cost of applying the Safety and Health Study.

Keywords: vertical transport elevator handling capacity, axial synchronous UNE-EN-81-1, "Código Técnico de la Edificación"

Índice general

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	14
1.1 Ámbito y motivación	14
1.2 Objetivos	16
1.3 Estructura de la memoria	16
2. ESTUDIO TEÓRICO DEL ASCENSOR	18
2.1 Evolución histórica del ascensor	18
2.2 Tendencias actuales	23
2.3 Tipologías	24
2.3.1 Ascensores hidráulicos	24
2.3.2 Ascensores eléctricos	26
2.4 Descripción de la maniobra	40
2.4.1 Maniobra automática simple	41
2.4.2 Maniobra colectiva en bajada	42
2.4.3 Maniobra colectiva selectiva	42
2.4.4 Maniobras dúplex y de grupo	42
2.4.5 Sistemas de inteligencia artificial	43
2.5 Estudios de tráfico vertical	52
2.5.1 Introducción al tráfico vertical	52
2.5.2 Estudio de tráfico para un edificio de oficinas	53
2.6 Normativa y Legislación aplicable	59
2.6.1 UNE- EN- 81	59
2.6.2 Cumplimiento Código Técnico de la Edificación (CTE)	62
2.6.3 Otras normativas	63
3. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO	66
3.1 Descripción del edificio	66
3.2 Descripción de los ascensores de las torres T1-T3	68
3.3 Cumplimiento legislación y normativa vigente	71
3.3.1 Cumplimiento Código Técnico de la Edificación (CTE)	71
3.3.2 Otras normativas	73
4. ESTUDIO TRANSPORTE VERTICAL DE LA OBRA	75
4.1 Estudio de tráfico vertical	75
4.1.1 Introducción	75
4.1.2 Estudio tráfico vertical del proyecto	77
4.2 Especificaciones técnicas	84
4.2.1 Sistemas de emergencia y control	84
4.2.2 Características e instalaciones del hueco	90
4.2.3 Puertas	92
4.2.4 Cabina	94
4.2.5 Sistemas de seguridad	96
4.2.6 Cables y guías	97
4.2.7 Señalización	98
4.2.8 Maniobra	100
4.2.9 Sistema de tracción y cuarto de máquinas	102
4.2.10 Otras especificaciones	105
4.2.11 Listado de componentes	105
4.3 Estudio de Seguridad y Salud	107

4.3.1 Introducción.....	107
4.3.2 Memoria.....	107
4.3.3 Pliego de condiciones.....	139
4.3.4 Mediciones y presupuesto.....	142
4.4 Plan de gestión ambiental	143
4.4.1 Objeto y alcance	143
4.4.2 Documentación de referencia aplicable	143
4.4.3 Responsabilidades	144
4.4.4 Evaluación de aspectos medioambientales.....	144
4.4.5 Documentación e incidencias.....	145
4.4.6 Almacenamiento y conservación	145
5. ESTUDIO TRANSPORTE VERTICAL DE LA OBRA	146
5.1 Introducción al cálculo de costes	146
5.2 Cálculo de costes del proyecto	147
5.2.1 Costes del ascensor.....	147
5.2.2 Cálculo coste estructura auxiliar	161
5.2.3 Costes implantación en obra	162
5.2.4 Plan Seguridad y Salud	163
5.3 Resumen costes del proyecto	166
6. CONCLUSIONES	167
7. BIBLIOGRAFÍA.....	169
7.1 Bibliografía principal	169
7.2 Normativa consultada	169
Anexo: Planos	170

Índice de figuras

Figura 1 Ascensores panorámicos.....	15
Figura 2 Patente elevador 1861. E.G.Otis	19
Figura 3 Ascensor eléctrico s.XIX	21
Figura 4 Ascensores panorámicos sin cuarto de máquinas	22
Figura 5 Clases de eficiencia energética	23
Figura 6 Partes de un ascensor hidráulico	25
Figura 7 Partes de un ascensor eléctrico con cuarto de máquinas	26
Figura 8 Hueco de un ascensor	27
Figura 9 Grupo tractor de un ascensor eléctrico	28
Figura 10 Motor síncrono axial de imanes permanentes de un ascensor eléctrico	29
Figura 11 Máquina tradicional y máquina Eco Disc con tecnología Gearless	30
Figura 12 Consumo anual energía motor PMSM vs. Motor tradicional con reductor para 500.000 arranques	30
Figura 13 Limitador de velocidad	33
Figura 14 Ejemplos de cabinas opacas.....	34
Figura 15 Ascensores panorámico con cabinas de sección rectangular.....	35
Figura 16 Puertas de piso de acero inoxidable y puertas de piso y cabina de cristal.....	37
Figura 17 Contrapeso de un ascensor eléctrico.....	38
Figura 18 Diferentes tipos de suspensión.....	39
Figura 19 Sistema de control de un ascensor eléctrico	40
Figura 20 Ejemplos de pulsadores, botoneras e indicadores de planta	41
Figura 21 Ejemplo de algoritmo de asignación de llamadas.....	44
Figura 22 Esquema sistema de control con inteligencia artificial.....	45
Figura 23 Tasa de llegadas de pasajeros en un edificio de oficinas	46
Figura 24 Grado de pertenencia de las componentes de tráfico.....	47
Figura 25 Grado de pertenencia de la intensidad total del tráfico.....	47
Figura 26 Señalización y botoneras de piso y cabina con maniobra Full-DCS	48
Figura 27 Señalización y botoneras de piso y cabina para maniobra convencional	49
Figura 28 Posición de la señalización en piso para las diferentes maniobras	50
Figura 29 Tiempo de espera de un sistema convencional y una maniobra de control de destino	50
Figura 30 Consumo diario de energía de Thyristor- DC-VVVF AC y tecnología Ecodisc que usa DCS	51
Figura 31 Tráfico de entrada, salida y entreplantas para un edificio de oficinas ocupado por un sólo empresa.....	54
Figura 32 Ejemplo de puertas de ascensor con protección al fuego.	62
Figura 33 Maqueta del proyecto de oficinas	66
Figura 34 Infografía proyecto edificio de oficinas en Barcelona.....	67
Figura 35 Situación de los ascensores en planta de la torre T1	70
Figura 36 Características de las plantas y los ascensores de la torre T1	70
Figura 37 Tiempo nominal de viaje para una velocidad de 4m/s (Trafcal- Noviembre 2010)	77
Figura 38 Capacidad de carga para tráfico de entrada (TrafCal Noviembre 2010)	79

Figura 39 Tiempo a destino y de espera para los dos tipos de maniobra para tráfico de entrada	81
Figura 40 Factor de carga para los dos tipos de maniobra con tráfico de entrada	81
Figura 41 Tiempo de destino y espera con los dos tipos de maniobra para tráfico mixto	83
Figura 42 Factor de carga con los dos tipos de maniobra para tráfico mixto	83

Índice de tablas

Tabla 1 Comparación ascensor hidráulico, eléctrico dos velocidades y eléctrico de PMSM	31
Tabla 2 Relación entre el número de pasajero y la superficie útil según la norma EN 81-1	36
Tabla 3 Valores de carga, velocidad y suspensión para tres tipos diferente de suspensión	38
Tabla 4 Estimaciones de población en un edificio de oficinas	53
Tabla 5 Valores de tiempo de apertura de puertas según anchura y tipo de puerta	55
Tabla 6 Tiempos nominales e intervalos para edificios de oficinas.....	57
Tabla 7 Tiempos de llamada recomendados	58
Tabla 8 Tiempos de espera recomendados (sin incluir tiempos de caminata).....	58
Tabla 9 Tiempos de tránsito recomendados	58
Tabla 10 Tiempos a destino recomendados	58
Tabla 11 Resumen características Ascensores.....	69
Tabla 12 Seguridad en caso de incendio de los ascensores del proyecto.....	71
Tabla 13 Reacción al fuego de los ascensores del proyecto	71
Tabla 14 Altura libre de paso en zonas de circulación de los ascensores del proyecto	72
Tabla 15 resistencia al impacto con elementos frágiles de los ascensores	72
Tabla 16 Dimensiones accesibilidad ascensores A1.1-A1.6 del proyecto.....	73
Tabla 17 Dimensiones accesibilidad ascensores P1.1-P1.2 del proyecto	73
Tabla 18 Dimensiones accesibilidad ascensor F1.1 del proyecto	74
Tabla 19 Resumen torre T1	75
Tabla 20 Datos y población de la torre T1	76
Tabla 21 Parámetros de tráfico vertical torre T1	78
Tabla 22 Parámetros ascensores T1	78
Tabla 23 Parámetros de tráfico vertical para los ascensores de T1.....	79
Tabla 24 Parámetros para una maniobra DCS de los ascensores T1	80
Tabla 25 Tiempos de destino, espera y factor de carga para los dos tipos de maniobra con tráfico de entrada.....	80
Tabla 26 Tiempos de destino, espera y factor de carga para los dos tipos de maniobra para tráfico mixto	82
Tabla 27 Comparación tiempos de espera, destino para los dos tipos de maniobra y los dos tipos de tráfico	84
Tabla 28 Niveles de evacuación en caso de incendio	85
Tabla 29 Velocidades máximas a las que debe actuar el limitador.....	96
Tabla 30 Listado de componentes de los ascensores	106
Tabla 31 Protecciones individuales.....	142
Tabla 32 Aspectos medioambientales	144
Tabla 33 Características asc. Principales	148
Tabla 34 Horas base asc PT21/4	148
Tabla 35 Horas opciones asc. principales	149
Tabla 36 Horas opciones locales asc. Principales	150
Tabla 37 Resumen horas asc.principales.....	150
Tabla 38 Características ascensor bomberos.....	150

Tabla 39 Horas base ascensor PT24/2.5	151
Tabla 40 Horas opciones asc. bomberos	151
Tabla 41 Horas opciones locales asc. bomberos	152
Tabla 42 Resumen horas ascensor bomberos.....	152
Tabla 43 Características asc. aparcamiento.....	153
Tabla 44 Horas base asc. PW18/1.6.....	153
Tabla 45 Horas opciones asc. aparcamiento	153
Tabla 46 Horas opciones locales asc. aparcamiento	154
Tabla 47 Resumen horas asc. aparcamiento.....	154
Tabla 48 Información de los ascensores para cálculo costes materiales.....	155
Tabla 49 Descripción del grupo tractor.....	156
Tabla 50 Descripción de las características de cabina y puertas.....	157
Tabla 51 Descripción de la señalización de piso y cabina	158
Tabla 52 Descripción de las características de control	159
Tabla 53 Costes por unidad asc.principales	160
Tabla 54 Costes Ascensor bomberos	160
Tabla 55 Costes por unidad Asc. Aparcamiento	160
Tabla 56 Costes estructura auxiliar	162
Tabla 57 Otros costes	162
Tabla 58 Protecciones individuales.....	163
Tabla 59 Protecciones colectivas	164
Tabla 60 Protecciones de la instalación	165
Tabla 61 Primeros auxilios.....	165
Tabla 62 Costes Plan de Seguridad y Salud.....	165
Tabla 63 Resumen costes del proyecto	166

Capítulo 1

Introducción y objetivos

1.1 Ámbito y motivación

El núcleo de transporte vertical es una de las instalaciones más importantes de cualquier edificio.

Por ello, en este documento se estudia el proyecto de ingeniería del núcleo de transporte vertical de un edificio de oficinas para su implantación en obra.

Un mal dimensionamiento del núcleo, puede provocar bloqueos en las circulaciones y largas esperas a los usuarios. Igualmente, un núcleo de transporte vertical sobredimensionado genera costes innecesarios, tanto en fase de construcción como durante la vida útil del edificio debido al coste generado del mantenimiento de los aparatos. Por eso es fundamental realizar un estudio completo del transporte vertical en la fase de diseño del edificio.

El proyecto del transporte vertical de un edificio consta de dos partes fundamentales:

- El estudio de tráfico vertical del edificio
- El desarrollo de ingeniería mecánica del ascensor.

Ambos temas son esenciales y están relacionados entre sí ya que para poder calcular y diseñar un ascensor desde el punto de vista mecánico, es preciso, evaluar el tráfico en el edificio y optimizar la instalación para que los tiempos de espera entren dentro de los márgenes admisibles con el mínimo coste. Una vez que se ha precisado la instalación óptima, es decir, el número de ascensores, su velocidad y su carga nominal, ya puede iniciarse el proceso de cálculo y diseño.

Desde que Elisha Graves Otis inventó el ascensor con seguridad para personas en 1853, se han ido estudiando y diseñando mejoras para adaptarse a los nuevos edificios y cumplir las necesidades del cliente. Las tendencias actuales son mayor seguridad, mayor confort de viaje, mayor fiabilidad, mayor ecología y disminución de los tiempos de espera.

1.1 Ámbito y motivación

Por eso, a continuación, se va a desarrollar el proyecto del transporte vertical del edificio a estudio, atendiendo a todas estas necesidades y definiendo los componentes según las últimas tecnologías en ascensores.

Se trata que el núcleo de ascensores satisfaga completamente las necesidades de tráfico del edificio y sea un valor añadido al mismo.

En edificios públicos, como hoteles, edificios de oficinas u hospitales, el núcleo de transporte vertical tiene aún más importancia, ya que es fundamental que las circulaciones de personas dentro del edificio funcionen correctamente para no causar ningún problema a los usuarios

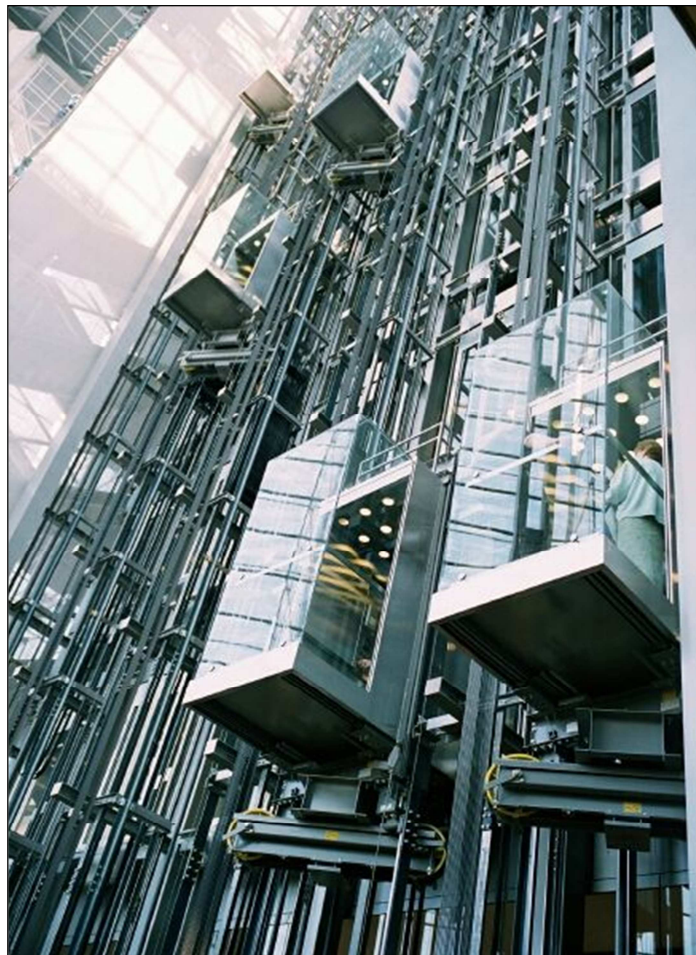


Figura 1 Ascensores panorámicos

1.2 Objetivos

El objetivo principal de este Proyecto Fin de Carrera es *“el desarrollo de un proyecto de ingeniería real y completo del transporte vertical de un edificio de oficinas”*.

Para la consecución del objetivo principal se deberían cumplir otra serie de hitos u objetivos que se detallan a continuación:

- **Objetivo 1: Estudio del tráfico vertical del edificio:**
Se efectuará el estudio del tráfico vertical para poder dimensionar correctamente el núcleo de ascensores necesario según el uso estimado que tendrá el edificio objeto del análisis. Para el estudio y los cálculos se utilizará el programa de tráfico vertical Trafcal©.
- **Objetivo 2: Estudio de los componente mecánicos de los ascensores:**
Una vez definido el núcleo de ascensores, se estudiará los componentes mecánicos y las especificaciones técnicas de los ascensores fundamentales para que cumplan la normativa vigente y las necesidades del edificio. Además se valorarán aquellas características que le den un valor añadido al edificio.
- **Objetivo 3: Análisis y recopilación de la normativa vigente**
Se realizará un informe donde se recopilará y analizará la normativa europea, nacional y local que debe cumplir una instalación de transporte vertical y que además, pueda servir como documento de consulta para trabajos futuros.
- **Objetivo 4: Estudios de costes**
Se formalizará el estudio de costes del proyecto, incluyendo los costes de los equipos y de instalación de los mismos, así como los costes derivados de la instalación en obra.
- **Objetivo 5: Desarrollo documentación para implantación en obra.**
Se desarrollará la documentación necesaria para su implantación en obra como el Plan de Seguridad y Salud y el Plan de Gestión Medioambiental.

1.3 Estructura de la memoria

Para facilitar la lectura de la memoria, se incluye a continuación una breve explicación sobre la estructura del proyecto, incluyendo un resumen de cada capítulo:

- **Capítulo 1 Introducción y objetivos.**

El primer y actual capítulo se compone de una introducción del proyecto, explicando los motivos y objetivos por los que se ha llevado a cabo. Y en este apartado se describen en qué van a consistir los diferentes capítulos del proyecto.

- **Capítulo 2 Estudio teórico del ascensor**

El capítulo 2 comienza con una introducción a la evolución histórica del ascensor, desde los primeros dispositivos de elevación hasta las actuales tendencias y exigencias en el diseño de ascensores.

A continuación se describen la tipología del ascensor dependiendo de sus sistemas de propulsión, diferenciando entre ascensores hidráulicos y ascensores eléctricos. También, se estudian los diferentes tipos de maniobra, se hace una introducción a los estudios de tráfico vertical y se desarrollan los conocimientos necesarios para realizar un estudio de tráfico en un edificio de oficinas.

Finalmente se recopila la Normativa aplicable a cualquier proyecto de transporte vertical.

- **Capítulo 3 Descripción general del proyecto**

En este capítulo se describe el edificio objeto a estudio de transporte vertical. Primero, se describe el edificio en general, su situación y su uso.

Seguidamente se describe el núcleo de ascensores, con sus características básicas de carga, velocidad y grupo.

Por último se verifica si el proyecto cumple con la Normativa vigente.

- **Capítulo 4 Estudio del transporte vertical de la obra**

En este capítulo se realiza un estudio completo del transporte vertical del edificio, desarrollando todos los puntos necesarios para un análisis de ingeniería real.

También se estudian los dos factores necesarios a la hora de definir un proyecto de ascensores; primero se especifica la maniobra más adecuada para la operatividad de los ascensores y segundo, se realiza el estudio mecánico de los ascensores y sus especificaciones técnicas.

Por último, se desarrollan los cálculos y especificaciones necesarios en un proyecto real de transporte vertical que son el Estudio de Seguridad y Salud y el Estudio de Gestión Ambiental.

- **Capítulo 5 Cálculo de costes**

En este capítulo, una vez definidos los ascensores del proyecto por completo (a nivel técnico), se efectúa el estudio de costes del mismo, teniendo en cuenta por un lado los costes directos (de fabricación y montaje de los equipos), así como los costes indirectos (originados de su montaje en una obra). y los costes derivados de realizar el Plan de Seguridad y Salud.

- **Capítulo 6 Conclusiones**

En este capítulo se establecen las aportaciones y conclusiones principales de este Proyecto Fin de Carrera, desarrollando la relación entre los objetivos planteados al inicio de este proyecto y los resultados obtenidos al final del mismo.

- **Capítulo 7 Bibliografía**

Este capítulo contiene las referencias a los textos, publicaciones, revistas y sitios web más significativos que han sido consultados para la realización del proyecto.

- **Anexo. Planos**

Se adjuntan los planos del edificio a estudio y los planos de detalle de los núcleos de ascensores del mismo

Capítulo 2

Estudio teórico del ascensor

2.1 Evolución histórica del ascensor

Hasta que Elisha Grave Otis inventó el ascensor con seguridad para personas en 1853, la Humanidad había recurrido a todo tipo de medios como poleas, grúas o aparejos para transportar verticalmente cargas pesadas a lugares elevados.

En la Antigüedad, los primeros dispositivos de elevación y transporte fueron las palancas, las poleas, los rodillos y los planos inclinados. La realización de grandes trabajos de construcción con este tipo de equipamiento exigía enorme cantidad de gente.

El periodo grecorromano (siglo X a.C. a siglo V d.C.) constituye una etapa de gran impulso en la evolución de la tecnología de la elevación. Un elemento clave para la elevación es la polea compuesta. Su origen se remonta a la Grecia clásica. También tres inventores griegos deben ser mencionados en la historia de la elevación. Ctesibio, padre de la hidráulica que fabricó el primer cilindro con émbolo y fue el primero en utilizar una rueda dentada; Arquímedes descubridor del tornillo sinfín y de las leyes de la palanca y Herón de Alejandría inventor de la polea compuesta.

Así en la antigua Roma al ascensor era ya conocido. Se dispone de una descripción detallada del ascensor instalado en el Palacio de Nerón y en la época del emperador Tito, en el año 80 d.C., en el Coliseo romano utilizaron también doce grandes montacargas para elevar los gladiadores.

Tras la caída del imperio romano, los ascensores desaparecieron durante un largo período.

En el periodo de la Edad Media (siglo V d.C. a siglo XVII d.C.) se conocen instalaciones de elevación que apenas se diferencian de las antiguas. El desarrollo del comercio, la navegación y la industria en los siglos XI y XII contribuyó a perfeccionar las máquinas de elevación y a ampliar los sectores de aplicación.

En lo que se refiere a España, cabe mencionar el Catálogo del Real Gabinete de Máquinas publicado en 1794 por Juan López de Peñalver. En este catálogo aparecen varios planos de máquinas de elevación existentes en aquella época. Es de interés remarcar las mejoras mecánicas implantadas en las minas de Almadén en el sistema de bajada y extracción de mineral y material en los pozos de las citadas minas.

2.1 Evolución histórica del ascensor

Solo cuando James Watt inventó la máquina de vapor comenzó a considerarse la posibilidad de utilizar esta forma de energía en los dispositivos de elevación, haciéndose uso de ella por primera vez para subir mineral desde el fondo de una mina hacia el año 1800.

En 1840 se consiguió aumentar la eficacia en las operaciones de elevación con la introducción de cables de alambre que eran no sólo más fuertes sino también menos expuestos a retorcerse que los de cáñamo.

En 1845 Sir William Thompson diseñó el primer ascensor hidráulico para elevar cargas y en 1850 se utilizan en Estados Unidos por primera vez montacargas movidos por vapor, instalándose en ese mismo año el primer sistema de corona y tornillo sinfín para mover un gran tambor de arrollamiento. Sin embargo los industriales y el público en general seguían esperando el ascensor de aplicación universal, válido para el transporte de personas y sin problemas de seguridad. Durante la primera mitad del siglo XIX, era frecuente ver plataformas guiadas que se desplazaban verticalmente, pero les faltaba la componente de seguridad que implantó Elisha Graves Otis.

Elisha Graves Otis nació en 1811 en Vermont (Estados Unidos). Trabajando como mecánico especialista en una empresa de camas, en 1852 fue enviado a Yonkers (Nueva York) para montar una nueva factoría e instalar su maquinaria. Allí diseñó e instaló lo que él llamó el ascensor seguro, el primer elevador con un dispositivo automático de seguridad que evitaba la caída del elevador cuando el cable se rompía. Al año siguiente abandonó la empresa y fundó una pequeña factoría.

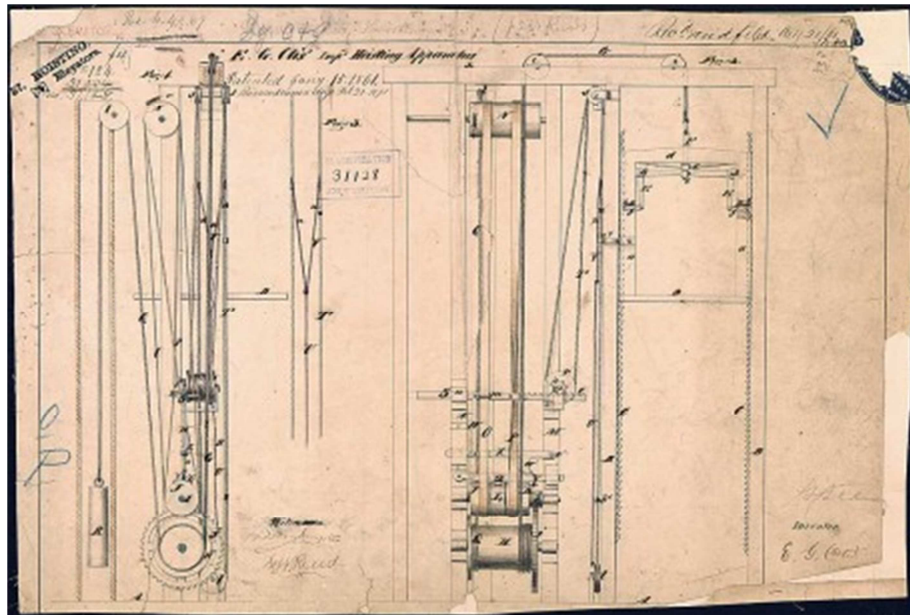


Figura 2 Patente elevador 1861. E.G.Otis

Su ascensor hidráulico disponía de un sistema de seguridad consistente en una cabina con trinquetes que unos resortes obligaban a engranar con muescas dispuestas a los lados del foso del ascensor en el momento que rompía el cable. De gran ayuda al desarrollo técnico del ascensor se pueden citar las mejoras llevadas a cabo en los cables metálicos y los rápidos avances en la máquina de vapor para la elevación. Este primitivo tipo de ascensor accionado por un tambor estaba limitado a bajas velocidades y alturas.

En 1867 el francés Leon Edoux presentó en la Exposición Universal de París, dos aparatos elevadores que utilizaban la presión del agua, para elevar una cabina montada en el extremo de un pistón hidráulico.

En 1868 se completa la construcción de la primera fábrica de ascensores en Nueva York, y se desarrolla un ascensor a vapor con tantos dispositivos de seguridad que los arquitectos y constructores comienzan a considerar posible la realización de altos edificios.

El ascensor hidráulico se utiliza por primera vez en 1878, utilizando agua en lugar de vapor, para simplificar las instalaciones y conseguir mayores velocidades y recorridos. En el siguiente apartado describiremos los componentes y el modo de funcionamiento de dicho ascensor. Este tipo de ascensor permitió desde 1870 hasta 1880, que las grandes ciudades comenzaran a crecer hasta un tamaño como el que tenemos hoy en nuestros días.

El siguiente paso fue la implantación de un ascensor hidráulico compuesto por un cilindro que accionaba un sistema de poleas. Desde 1880 a 1900 estos ascensores se utilizaban en edificios de hasta 10-12 pisos.

Fue en estos años cuando se incorporan muchos de los aspectos que tenemos en nuestros ascensores hoy en día. Los huecos se cerraron, instalándose puertas en cada piso, se registraban las llamadas desde los pisos mediante campanas o bocinas, comenzaron a instalarse grupos de ascensores y el “ascensorista” hizo su aparición para dirigir las maniobras de la máquina.

Los ascensores hidráulicos tenían un funcionamiento silencioso y bastante seguro, con arranques y paradas suaves, y una precisión de parada relativamente alta. Sin embargo, pesaban en su contra su complicado y voluminoso equipo de bombeo, que utilizaba presiones de agua de 7MPa, su elevado coste de instalación y el gran consumo de agua que necesitaban. Así a finales del siglo XIX, le hicieron perder rápidamente la popularidad en favor del ascensor eléctrico.

El primer ascensor eléctrico hizo su aparición en 1889 en el Demarest Building en Nueva York. Fue una modificación directa del primitivo ascensor con tambor accionado a vapor pero sustituyendo esta fuente de energía por la eléctrica mediante un motor de corriente continua. El ascensor eléctrico tuvo, desde sus comienzos, un gran éxito, por su menor coste de instalación y funcionamiento pero tenía el inconveniente de la poca precisión de sus paradas. Este defecto fue corregido totalmente con la instalación de los grupos de regulación de velocidad Ward Leonard, que todavía se utilizan en la actualidad.

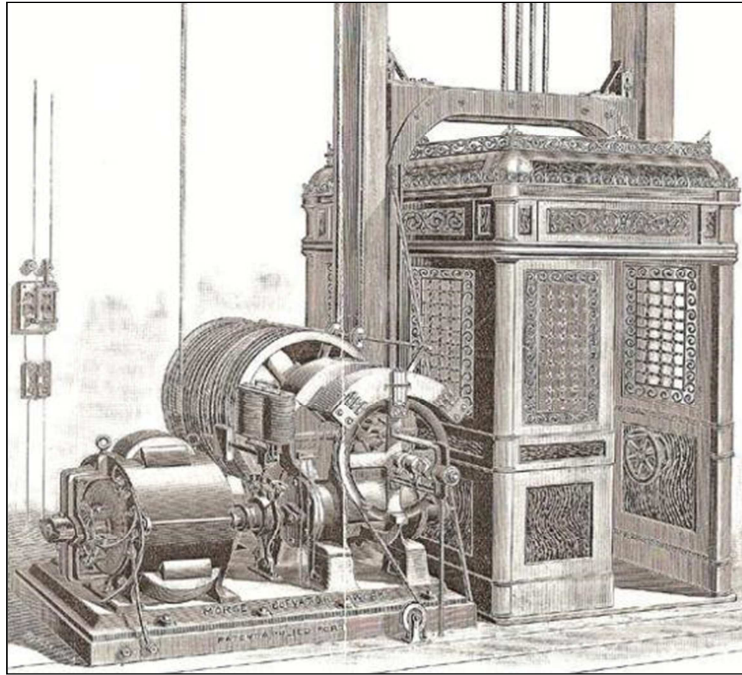


Figura 3 Ascensor eléctrico s.XIX

Con la tremenda actividad arquitectónica que caracterizó a los comienzos del siglo XX y el creciente tamaño y altura de los edificios construidos en aquellos años, aspectos tales como cantidad, tamaño, velocidad y localización de los ascensores comenzaron a plantearse. Con estas cuestiones nació la tecnología del tráfico vertical.

Los ascensores cambiaron drásticamente a principios del siglo XX. Conforme la electricidad se iba extendiendo por todo el mundo, el ascensor hidráulico iba desapareciendo dando paso al ascensor eléctrico con polea de tracción. Este tipo de ascensor no tiene limitación en altura, pero los problemas técnicos a resolver eran el peso propio de los cables y los esfuerzos en el eje de la polea y en sus apoyos.

En el año 1900, las maniobras accionadas por cables son sustituidas por maniobras accionadas por pulsadores.

En 1912 se registra en España la primera factoría de ascensores, correspondiendo las primeras instalaciones a maquinaria de elevación en el Gran teatro del Liceo de Barcelona y a la plataforma que elevaba la pista central del circo Olympia.

Los comienzos del siglo XX están marcados por el uso de la electromecánica en el mundo del ascensor. Analizando la historia de la elevación vertical se observa que se desarrollan un paralelo dos tecnologías. Por un lado la de Control de Señal que requiere de un operador y está indicada para edificios grandes y con gran tráfico y la de Sistemas Operativos Colectivos, que no requiere operador pero que se utilizaba en edificios residenciales y en general de bajo tráfico.

2.1 Evolución histórica del ascensor

Desde principios de los 50 hasta nuestros días, todas las compañías de ascensores han desarrollado maniobras programadas.

En 1965, la tracción por primera vez se transistoriza, construyéndose en Europa una tracción de este tipo especialmente adaptada para la parada directa y regulada electrónicamente en función de la distancia al nivel de piso.

En la década de los setenta se desarrolla el primer sistema de control con microprocesador integrado, para grupos de ascensores, iniciando con ello la gestación de un nuevo sistema, que, basado en la electrónica y los sofisticados controles espaciales, alcanza un agrado de eficiencia, rendimiento y disponibilidad jamás alcanzado. La pesada y cara electromecánica era sustituida por el circuito integrado. Sus principales ventajas, el reducido tamaño y su menor coste energético.

Los circuitos de maniobra fueron progresivamente evolucionando desde los relés o la electrónica, hasta un minúsculo computador que ejecutaba un programa de ordenador donde se establecía en un lenguaje informático la maniobra a realizar.

En el año 1986 se introduce el sistema de frecuencia variable para el control de ascensores de alta velocidad, con una avanzada tecnología que permite un importante ahorro energético. Dos años más tarde se implanta el motor lineal para ascensores, que al estar acoplado al contrapeso elimina la necesidad del cuarto de máquinas con el consiguiente ahorro económico y de espacio.



Figura 4 Ascensores panorámicos sin cuarto de máquinas

2.2 Tendencias actuales

Las tendencias actuales en el diseño de ascensores para transporte de personas son las que se han venido manifestando en general para todas las máquinas y responden a las exigencias del mercado actual:

- **Mayor seguridad:** la sensibilización social a los accidentes así como sus repercusiones económicas han motivado el desarrollo y mejora de una legislación enfocada en este aspecto así como la creación de laboratorios autorizados a realizar los ensayos pertinentes sobre las máquinas a comercializar.
- **Mayor confort de viaje y disminución de tiempos de espera.** La competencia entre las empresas y el desarrollo de conceptos ergonómicos han generado un aumento de la calidad en el transporte por ascensor lo que se refiere a ruidos, vibraciones, aceleraciones y precisión en la parada del ascensor, motivado sobre todo por la introducción de los controles electrónicos. Igualmente el desarrollo de maniobras flexibles que optimicen el tráfico para disminuir los tiempos de espera es fundamental.
- **Mayor fiabilidad.** En consonancia con el resto de máquinas comerciales, los fabricantes de ascensores se afanan en diseñar equipos con una mayor vida útil y unos costes de mantenimiento menores.
- **Mayor ecología.** La utilización de componentes reciclables y el respeto al medio ambiente es igualmente un aspecto a tener en cuenta, sobre todo en los ascensores hidráulicos que utilizan aceites.



Figura 5 Clases de eficiencia energética

2.3 Tipologías

El sistema de propulsión determina básicamente la configuración del ascensor ya que se dividen en ascensores hidráulicos o eléctricos.

2.3.1 Ascensores hidráulicos

Son mucho menos utilizados que los de tracción eléctrica por las características que hemos comentado en el apartado anterior.

El movimiento de la cabina se consigue mediante un pistón que se mueve por la fuerza que le transmite el aceite a presión impulsado por un grupo hidráulico. El equipo hidráulico consta fundamentalmente de un depósito de aceite, motor eléctrico de corriente alterna, bomba impulsora del aceite y válvulas reguladoras. Su funcionamiento es silencioso, ya que la bomba y el motor están sumergidos en aceite. Tiene los inconvenientes de un mayor coste de instalación, una mayor potencia a instalar para las mismas prestaciones que un ascensor eléctrico, admite menores velocidades nominales y su funcionamiento depende de la temperatura del aceite. Además, sólo puede instalarse en edificios de hasta 5-6 plantas y soporta menos arranques por hora que un ascensor eléctrico. Sin embargo, es capaz de elevar más carga y la transmite directamente a la cimentación, sin sobrecargar la estructura del edificio, lo cual puede ser interesante en ascensores antiguos.

Un equipo de válvulas permite el frenado perfecto, consiguiendo nivelaciones muy precisas. Además, en caso de avería o falta de energía la cabina desciende al nivel inferior por gravedad a motor parado, con la apertura de una electroválvula de poco consumo, evitando con ello la necesidad de ayuda exterior para permitir que salgan los pasajeros.

Todos los ascensores del proyecto a estudio son eléctricos, por lo que, en este apartado, solamente describiremos las partes más importantes de un ascensor hidráulico, sin estudiarlo en profundidad.

El componente principal de un ascensor hidráulico es la central hidráulica, que tiene como objeto generar la presión adecuada en el aceite hidráulico para elevar el pistón del cilindro. La central hidráulica, está compuesta por un motor eléctrico que acciona una bomba, la cual impulsa aceite a presión a través de las válvulas de maniobra y seguridad, por una tubería a un cilindro, cuyo pistón sostiene y empuja la cabina.

La central hidráulica realiza las funciones del grupo tractor de los ascensores eléctricos, y el cilindro transmite la potencia del motor en la denominada potencia de elevación, que define la velocidad vertical a la que se eleva la carga. El aceite utilizado como fluido para transmitir el movimiento, funciona en circuito cerrado, siendo necesario completar la instalación con un depósito de aceite.

Por tanto, la central hidráulica puede considerarse:

- El motor
- La bomba
- El bloque de válvulas
- El depósito de aceite

Otro componente característico del ascensor hidráulico es el pistón hidráulico, que está constituido por el cilindro y su pistón. En cuanto a las tipologías del accionamiento del pistón existen dos:

- Acción directa: la cabina es impulsada por el pistón directamente
- Indirecta: la cabina es impulsada por el pistón por medio de cables con una suspensión normalmente 2:1.

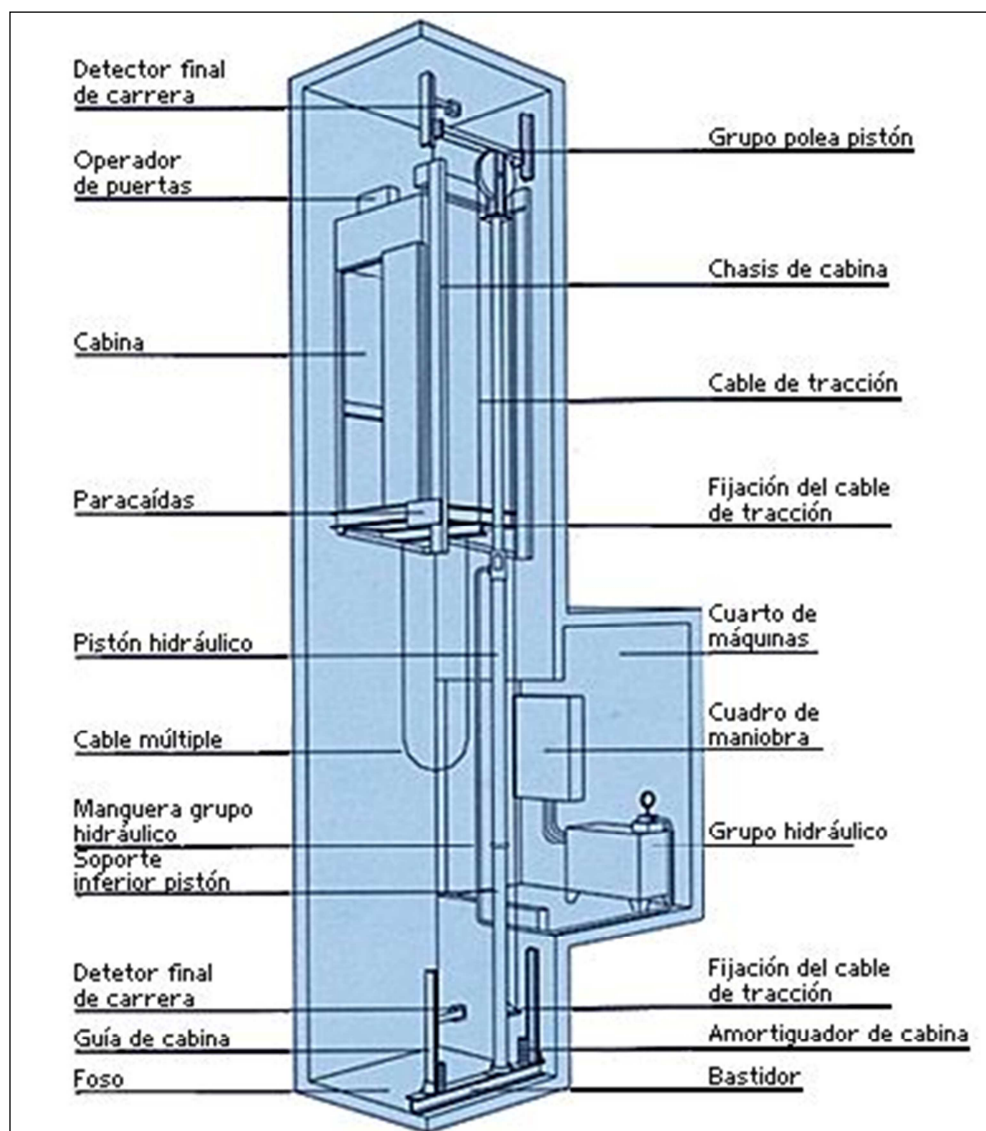


Figura 6 Partes de un ascensor hidráulico

2.3.2 Ascensores eléctricos

Es el sistema utilizado en la mayoría de las instalaciones y en el que nos centraremos de ahora en adelante ya que todos los ascensores estudiados en este proyecto son de esta tipología. El accionamiento de un ascensor eléctrico se consigue mediante un grupo motor, acoplado a un reductor de velocidad, en cuyo eje de salida va montada la polea acanalada que arrastra los cables por adherencia, o bien un tambor en el que se enrollan dos cables, aunque éste último sistema ya prácticamente no se utiliza.

Todo ascensor se compone generalmente de los siguientes sistemas de:

- tracción o propulsión
- transporte
- seguridad
- hueco
- control

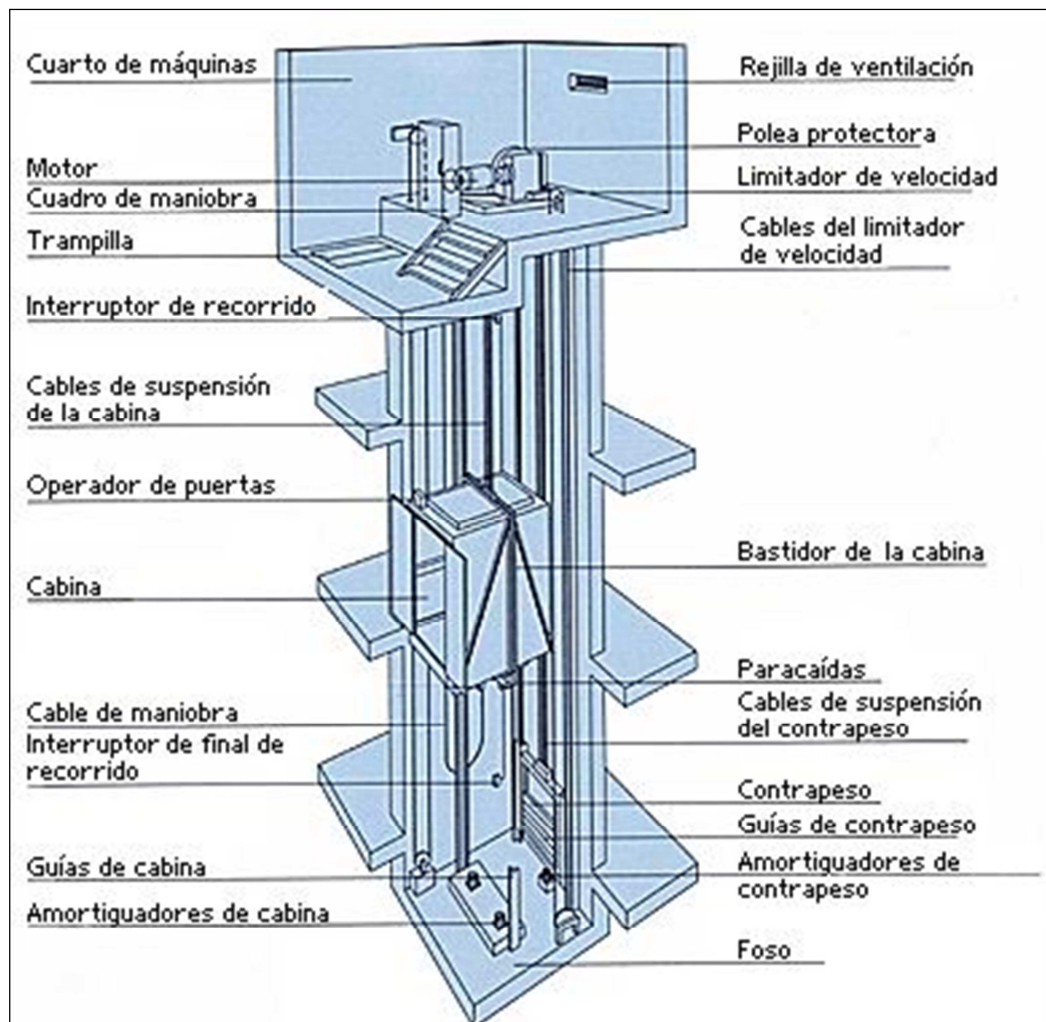


Figura 7 Partes de un ascensor eléctrico con cuarto de máquinas

Como hemos comentado, en el proyecto a estudiar, todos los ascensores son eléctricos y se pueden clasificar en dos tipos: ascensores con cuarto de máquinas y ascensores sin cuarto de máquinas.

Aquellos ascensores que tengan cuarto de máquinas, éste estará situado en la zona superior del hueco y serán locales especialmente adecuados para ubicar los grupos tractores, sus cuadros de maniobra, las poleas de desvío y el limitador de velocidad. No deben ser accesibles más que para el personal técnico encargado de su mantenimiento y reparación. Aquellos ascensores que no tengan cuarto de máquinas, sus elementos estarán situados en el propio hueco del ascensor, como veremos más adelante.

A continuación, se definen las partes más importantes de un ascensor eléctrico:

- **Hueco**

Es el espacio por el que se desplazan la cabina y el contrapeso sin que pueda ser utilizado para otra instalación ajena al ascensor. En el hueco del ascensor se sitúan las guías y sus fijaciones, así como las puertas de piso y los cables de sustentación de maniobra. Salvo en ascensores panorámicos, deben ser cerrados, con paredes de superficie continua; no deben tener más aberturas que las de puerta de acceso del pasillo a cabina y las de emergencia y ventilación que determine la reglamentación.

En la parte inferior del hueco por debajo del nivel de la última parada, se encuentra el foso. En él se sitúan elementos de seguridad como los amortiguadores y tensor del limitador de velocidad.

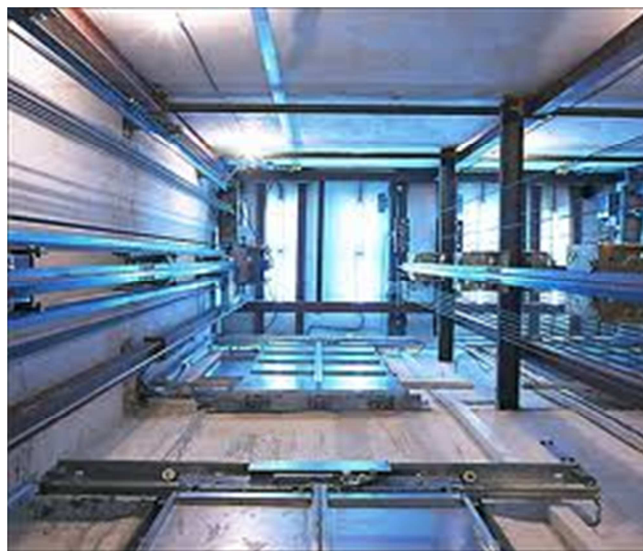


Figura 8 Hueco de un ascensor

- Grupo tractor

El grupo tractor de un ascensor tradicional está formado por un motor eléctrico de corriente alterna acoplado a un grupo reductor y a su vez a una polea de adherencia. En el eje motor lleva acoplado un tambor sobre el que actúan las zapatas de freno. Incorporan también un volante de inercia para suavizar arranque y paradas y mediante el cual se realiza la maniobra de rescate.



Figura 9 Grupo tractor de un ascensor eléctrico

Los frenos utilizados son electromecánicos y la norma EN 81-1, a la cual dedicaremos posteriormente un apartado, exige que el freno sea capaz de detener la cabina a velocidad nominal con el 125% de la carga.

Los motores pueden ser de una velocidad, de dos o imponer un variador de frecuencia.

En la actualidad, ya se usan grupos motores sin reductora, utilizando tecnología Gearless. Estos motores carecen de engranajes para realizar la transmisión desde el motor a la polea motriz de la máquina. Esta ventaja se aprecia directamente en que no se utilizan aceites de lubricación del conjunto sinfin-corona. Su gran ventaja radia en que se diezman las revoluciones de salida del motor, haciendo que la transmisión de vibraciones a órganos sólidos quede completamente anulada. Esta tecnología sólo es posible gracias a los

convertidores de frecuencia de nueva generación, encoders especiales, que hacen posible el control y la posición del motor en todo momento.

Todos los ascensores que se estudiarán a continuación serán motores síncrono axial de imanes permanentes, llamada EcoDisc TM, que funciona a baja revoluciones, no necesita reductor ni aceite.



Figura 10 Motor síncrono axial de imanes permanentes de un ascensor eléctrico

Las ventajas del uso de motores síncrono axial de imanes permanentes (PMSM= Permanent Magnet Synchronous Motor) son:

- Funciona a baja revoluciones
- Sin reductor
- Sin aceite
- Más económico
- Menos ruido
- Menos espacio
- Menos consumo
- Menos partes móviles

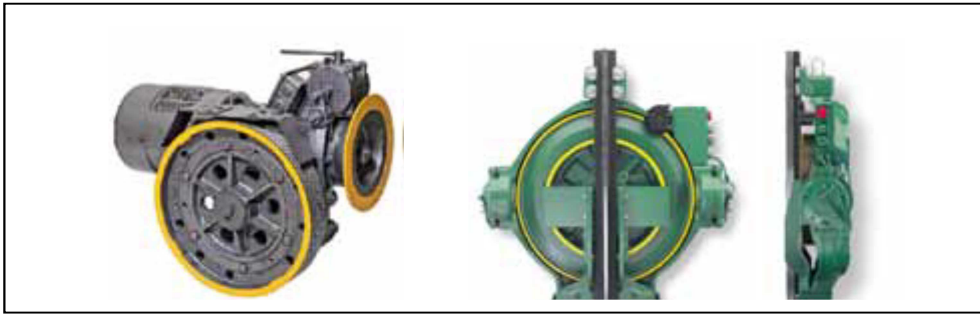


Figura 11 Máquina tradicional y máquina Eco Disc con tecnología Gearless

A continuación podemos ver un comparar el consumo de energía de un motor PMSM, con un motor tradicional con reductor

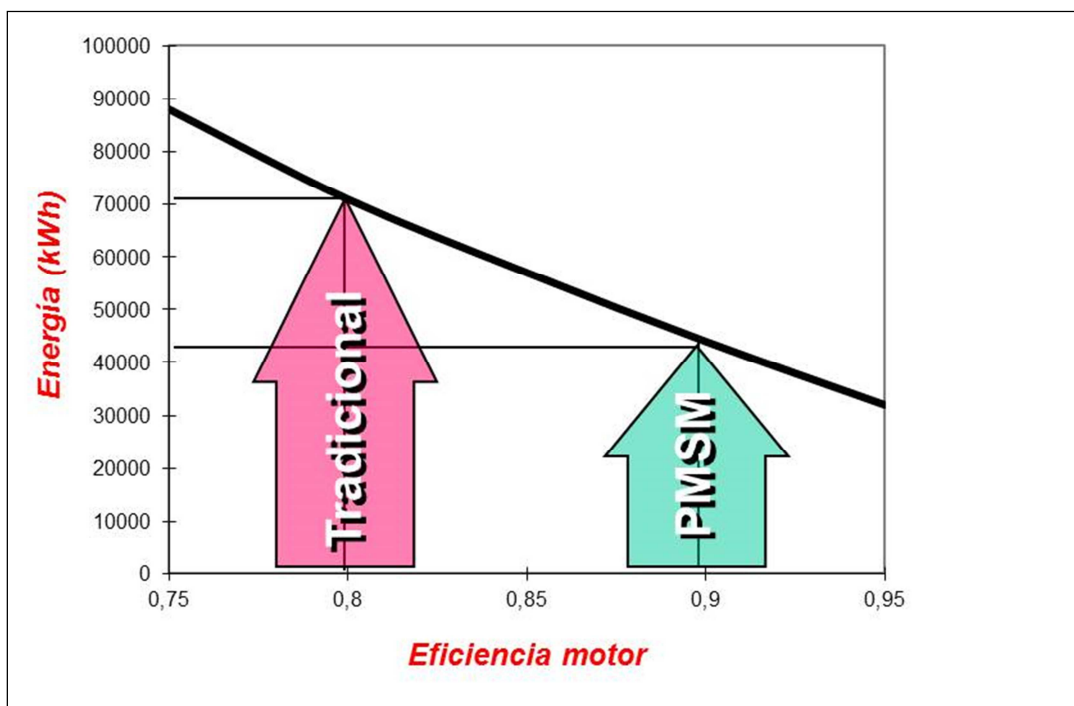


Figura 12 Consumo anual energía motor PMSM vs. Motor tradicional con reductor para 500.000 arranques

Como podemos ver en la Figura 12, el consumo anual de energía de un motor PMSM disminuye en 30000 kWh, para 500.000 arranques, en comparación con un motor tradicional con reductor. También se mejora la eficiencia del motor desde un 0.8 para un motor tradicional frente a una eficiencia del 0.9 para un motor PMSM

En la siguiente tabla, Tabla 1 Comparación ascensor hidráulico, eléctrico dos velocidades y eléctrico de PMSM, podemos comprobar las ventajas de tamaño, consumo de energía, peso, impacto ambiental, de un motor PMSM, que no necesita cuarto de máquinas, frente a un ascensor hidráulico y frente a un ascensor eléctrico con máquina tradicional de tracción de dos velocidades con reductora, para un ascensor de capacidad de 630kg.

A parte de la disminución del consumo de energía, se consigue un menor impacto de carbono y la ventaja de no necesitar lubricante.

Tabla 1 Comparación ascensor hidráulico, eléctrico dos velocidades y eléctrico de PMSM

Concepto	Hidráulico	Tracción dos velocidades	Motor PMSM
Velocidad (m/s)	0.63	1.0	1.0
Carga (kg)	630	630	630
Potencia motor (kW)	11	5.5	3.7
Fusible principal (A)	50	35	16
Consumo de energía (kWh/y)	7000	5000	3000
Impacto carbono (kg CO ² /año)	3395	2425	1455
Requerimiento de lubricante (l)	200	3.5	0
Pérdidas térmicas (kW) *	3.8	3.0	1.0
Peso (kg) **	650	430	230
Cuarto máquinas estandar(m ²)	5	12	0

*) 180 arranques/h

**) Hidráulico: Bomba, motor, lubricante, contenedores y pistones incluidos

Tracción 2 velocidades: sistema de elevación y placa de apoyo incluidos

Para calcular la potencia del motor necesario para una determinada instalación se deben tener en cuenta los siguientes parámetros:

- carga máxima desequilibrada, definida como la máxima diferencia del peso de la cabina y el peso del contrapeso y que será igual a la mitad de la carga nominal a elevar, expresada en $N(B)$
- velocidad nominal en m/s (V)
- rendimiento del reductor en $\%(n)$

De esta forma se calcula la potencia de motor en vatios:

$$P=(0.98 \cdot B \cdot V)/n$$

- **Polea de tracción y poleas de desvío**

La polea de tracción va incorporada al grupo de tracción y debe ser capaz de soportar los esfuerzos que le transmiten los cables de suspensión, y transmitirle a su vez la tracción necesaria a éste por medio de adherencia.

Las poleas de desvío se utilizan para situar los cables de suspensión de la cabina y del contrapeso a la distancia necesaria, garantizando que el ángulo de abrace de los cables en la polea de tracción sea suficiente para que exista la adherencia requerida.

- **Paracaídas**

Está ubicado en el estribo de la cabina y debe actuar cuando la cabina adquiere la velocidad de actuación cualquiera que sea la causa de la aceleración. El mecanismo del paracaídas es accionado por el cable del limitador de velocidad que pone en marcha la timonería del paracaídas para bloquear la cabina en las guías. La nueva directiva de ascensores exige el accionamiento del paracaídas tanto en bajada como en subida. Existen dos tipos de paracaídas: de acción instantánea, como el de mordaza y de acción progresiva.

- **Limitador de velocidad**

Es un aparato ubicado normalmente en el cuarto de máquinas y provisto de una polea acanalada en la cual se mueve un cable de acero unido por uno de sus ramales al paracaídas de la cabina y por el otro a una polea tensora situada en el foso. El conjunto gira a la misma velocidad que la cabina. Cuando por rotura de los cables de suspensión o por otra causa, la cabina empieza a descender con movimiento acelerado, al llegar a adquirir una velocidad prefijada, se bloquea la polea del limitador y con ella el cable, dando un tirón a la palanca del paracaídas al que va fijado, y accionando así el mecanismo que presionará las mordazas del paracaídas sobre las guías y detendrá la cabina.

La norma EN 81-1 de ascensores indica que la velocidad de actuación o disparo del limitador no debe tener lugar antes de que la cabina alcance el 115% que la velocidad nominal de la instalación, pero debe producirse antes de que se alcancen las siguientes velocidades:

- 0.8 m/s en paracaídas instantáneos sin rodillo
- 1 m/s en paracaídas instantáneos con rodillo
- 1.5 m/s en paracaídas instantáneos con efecto amortiguado o progresivos con velocidades nominales menores de 1m/s
- $1.25v + 1.25v$, siendo v la velocidad nominal de la cabina, para otros paracaídas de accionamiento amortiguado y velocidades mayores de 1m/s



Figura 13 Limitador de velocidad

- Guías

Las guías conducen la cabina en su trayectoria exacta y le sirven de apoyo en caso de rotura de los cables, por lo que deben tener una resistencia de acuerdo con el peso total de la cabina más carga y estar perfectamente alineadas. También el contrapeso tiene guías, que en general no tienen más misión que conducirlo. En ambos casos se suelen usar perfiles laminados en forma de T.

Las guías se anclan a las paredes o a la estructura del hueco mediante fijaciones. Tanto las guías como sus fijaciones deben calcularse para soportar los esfuerzos de flexión y de pandeo originados por los movimientos de cabina y contrapeso y por la acción del paracaídas en el caso de que éste se dispare.

- Cables de suspensión y del limitador

Un cable metálico es un elemento constituido por alambres agrupados formando cordones, que a su vez se enrollan sobre un alma formando un conjunto apto para resistir esfuerzos de extensión

Las cabinas y contrapesos están suspendidos en la práctica por cables de acero. La directiva 95/16/CE señala que el número de cables independientes será por lo menos de dos, con sus respectivos enganches. En la norma EN81-1 se indica que el coeficiente de seguridad mínimo de los cables ha de ser 16 cuando solamente hay dos cables y de 12 cuando se utilizan tres o más cables.

- Cabina

Es el elemento portante del aparato elevador, donde viajan los usuarios. Es un conjunto cerrado formado por las paredes, suelo, techo y puertas de cabina.

Existen dos grupos genéricos, según sus paredes:

- Opacas, de sección rectangular
- Panorámicas: gran variedad de formas: circulares, poligonales,...



Figura 14 Ejemplos de cabinas opacas



Figura 15 Ascensores panorámico con cabinas de sección rectangular

Pueden tener uno o dos embarques. En el caso de tener doble embarque, puede ser a 90° o 180°, según la orientación relativa de las dos entradas.

La directiva 95/16/CE señala que la cabina deberá estar diseñada y fabricada de forma que su espacio y resistencia correspondan al número máximo de personas y a la carga nominal del ascensor fijada por el instalador. Debe tener la suficiente resistencia para soportar sin deformarse la carga normal y además las fuerzas de inercia que se produzcan por la actuación del paracaídas o por el impacto de la cabina sobre sus amortiguadores. El techo de la cabina debe soportar el peso de dos personas para realizar trabajos de mantenimiento.

Para evitar que puedan embarcar más personas que las permitidas, las norma EN 81-1 establece una relación entre la superficie del suelo de cabina y el número de pasajeros. La carga mínima que se debe prever es de 75kg por persona

Tabla 2 Relación entre el número de pasajero y la superficie útil según la norma EN 81-1

Nº pasajeros	Carga mínima equivalente	Superficie útil en m2	
		Máxima	Mínima
2	150	0.60	0.50
3	225	0.80	0.61
4	300	1.00	0.81
5	375	1.20	1.01
6	450	1.40	1.21
7	525	1.55	1.41
8	600	1.70	1.56
9	675	1.85	1.71
10	750	2.00	1.86

- Puertas de embarque

Por motivos de seguridad, todos los ascensores dispondrán de nueva instalaciones deberán llevar dos puertas, una incorporada en la cabina y otra en el pasillo. Desgraciadamente, se han producido accidentes por desplazamiento de carga al no disponer la cabina de puertas.

Las puertas pueden ser de apertura central o de apertura latera, de una o varias hojas. La elección de la apertura y el número de hojas dependerá de las dimensiones necesarias de paso libre de puerta y las dimensiones de hueco disponibles. Cuanto mayor número de hojas tengan, menor es el ancho necesario para recogerlas.

La apertura y cierre de puertas se realiza mediante un dispositivo llamado operador de puertas, que se sitúa en las puertas de cabina y arrastra a las de piso cuando actúa. Las puertas son de diferentes tipos según las necesidades de tráfico y juegan un papel importante para lograr un tráfico fluido y la máxima seguridad para los usuarios. Todos los tipos de puertas deben estar provistos de una cerradura que impida su apertura, a menos que la cabina se encuentre en la zona de apertura y esté parada o a punto de parar.

La energía cinética máxima de la puerta debe ser de 10J a la velocidad media de cierre, con el fin de evitar posibles lesiones por golpes a los pasajeros. Además suelen incorporar diversos dispositivos como células fotoeléctricas o cortinas de luz que impiden el cierre.



Figura 16 Puertas de piso de acero inoxidable y puertas de piso y cabina de cristal

- **Contrapeso**

Se utiliza en los ascensores eléctricos y tiene como objeto equilibra el peso de la cabina y de una parte de la carga nominal, que suele estar en torno al 50%. De esta forma, se reduce considerablemente el peso que debe arrastrar el grupo tractor, disminuyendo así la potencia necesaria para elevar la cabina. El contrapeso suele estar formado por un chasis o bastidor donde se colocan las pesas y al que se amarran los cables de suspensión.

Para aquellos ascensores con hueco de cristal, el contrapeso se suele cubrir con chapas de acero inoxidable o pintar para mejorar la estética del conjunto.

En la actualidad, una de las características más valoradas, es disminuir el tamaño del contrapeso lo máximo posible para aprovechar completamente el tamaño del hueco, consiguiéndose cabinas mayores



Figura 17 Contrapeso de un ascensor eléctrico

- **Tipos de suspensión**

La suspensión de un ascensor es la relación entre la velocidad lineal de la polea tractora y la velocidad de la cabina. Dependiendo del tipo de suspensión del que se trate, los cables irán amarrados a uno u otro lugar.

- Suspensión directa: es aquella en la que la velocidad de la polea tractora es la misma que la velocidad de la cabina. En este caso se dice que la suspensión es 1:1 y los cables se amarran directamente al estribo de la cabina y al contrapeso.
- Suspensión diferencial: en este caso la velocidad de la polea tractora es mayor que la velocidad de la cabina, que es una, dos, tres o cuatro veces inferior a la de la polea. Esto se consigue mediante un sistema de poleas. En este caso la suspensión será 2:1, 3:1, 4:1. Esta suspensión también influye en el par motor de la máquina y en la carga sobre el eje de la máquina. La carga que debe soportar el eje y la potencia requerida de la máquina en suspensión 2:1, por ejemplo, es la mitad que en suspensión 1:1

Tabla 3 Valores de carga, velocidad y suspensión para tres tipos diferente de suspensión

Parámetros	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3
Carga	1250kg	2500kg	5000kg
Velocidad	5m/s	2.5m/s	1.25m/s
Suspensión	1:1	2:1	3:1

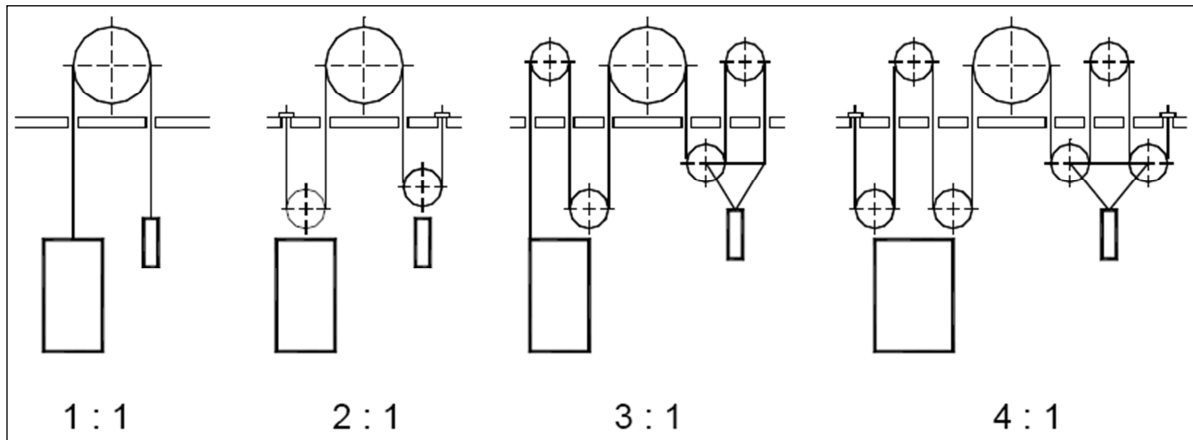


Figura 18 Diferentes tipos de suspensión

- Sistema de control

El sistema de control garantiza que el funcionamiento del ascensor se realiza de manera segura para los pasajeros. Recibe e interpreta las órdenes provenientes de los usuarios y las revierte a los distintos componentes del ascensor para que satisfagan el servicio solicitado

El elemento principal del sistema de control es el armario de maniobra y se ubica normalmente cercano al grupo de tracción. En él se instalan los aparatos eléctricos, electrónicos o electromagnéticos que generan las maniobras del ascensor y que sirven para dirigir y controlar todos los movimientos de la cabina.

El armario de maniobra se conecta mediante hilos conductores al grupo tractor para transmitir al motor las órdenes de arranque y parada. También se conecta a los elementos de señalización, mando y seguridad situados en la cabina a través del cable colgante flexible de maniobra.

El sistema de control determina los siguientes parámetros.

- Aceleración de la cabina desde el arranque hasta alcanzar la velocidad nominal. La aceleración de la cabina es importante para que los tiempos de viaje sean razonables pero no puede ser especialmente elevada pues podría causar molestias a los pasajeros
- Velocidad de viaje entre plantas
- Deceleración de la cabina hasta la parada completa, siendo aplicables los mismos condicionantes que para la aceleración
- Velocidad de cierre y de apertura de puertas

- Tiempos para entrada y salida de pasajeros
- Precisión en parada, también llamada nivelación
- Control de puertas, que establece el tiempo de puertas abiertas y que suele ser mayor si la orden llega desde la cabina. La temporización de puertas puede programarse en función de las cargas horarias o combinarse con un sensor de carga.



Figura 19 Sistema de control de un ascensor eléctrico

2.4 Descripción de la maniobra

En muchas ocasiones, especialmente en edificio con tráfico intenso, el ascensor recibe multitud de llamadas a la vez. Dado que no se puede responder todas las llamadas simultáneamente, debe priorizarse en qué orden se atienden. A continuación vamos a definir los principales tipos de maniobra que pueden incorporarse a un ascensor. La selección de la maniobra estará condicionada al tipo de edificio en el que se instala, ya que las demandas de transporte no serán las mismas, en un edificio de oficinas por ejemplo, que en un hospital. La solución elegida será un compromiso entre los tiempos de espera de los viajeros y los costes de instalación.

El circuito de maniobra tiene como componente principal al sistema de control y los siguientes elementos de interacción con los viajeros:

- Pulsadores de plantas: uno o dos, para sentidos de subida y bajada, según el tipo de maniobra.
- Botonera de cabina: comprenden los pulsadores para seleccionar el viaje a parte de otras opciones (botón emergencia, abrir/cerrar puertas,...)

- Indicadores de planta y cabina: son opcionales e informan al viajero sobre el sentido de viaje y la planta en la que se encuentra el ascensor.
- Memoria de maniobra: gestiona las llamadas producidas y las atiende según un patrón programado en la memoria con el fin de optimizar el servicio.

Figura 20 Ejemplos de pulsadores, botoneras e indicadores de planta



2.4.1 Maniobra automática simple.

Es la maniobra más sencilla en uso actualmente. La cabina puede ser llamada y usada sólo por una persona o un grupo de personas a la vez. Cuando registra una llamada en un piso, la señal luminosa del botón de cada piso se ilumina, mostrando que la cabina está prestando un servicio. Mientras dure y hasta que no termine dicho servicio no podrá ser llamada desde ningún otro piso.

El ascensor está bajo el control exclusivo del pasajero que lo llamó primero. Una vez que el ascensor queda libre, puede efectuarse otra llamada.

Esta maniobra es apropiada para ascensores de edificios de viviendas con poco tráfico

2.4.2 Maniobra colectiva en bajada

Está basada en el principio de acumulación de las órdenes que son registradas en la cabina y de las efectuadas en los pisos en sentido de bajada, para ser atendidas sucesivamente en un orden lógico que minimice el número de viajes de la cabina. La cabina está normalmente aparcada en la planta de acceso. En esta planta, existe un botón con flecha de subida y en los demás pisos hay un botón con flecha de bajada.

Esta maniobra memoriza las llamadas de piso y las órdenes de cabina. Cuando se efectúa más de una llamada de piso, la cabina acudirá a la llamada más alta y posteriormente, atenderá sucesivamente a las llamadas descendentes de piso. Si la cabina va subiendo responderá sólo a las órdenes ascendentes registradas en la cabina, según sube. Cuando atiende a la última cambia el sentido del viaje y atiende a las llamadas descendentes de piso y a las órdenes descendentes de cabina según baja.

Esta maniobra es adecuada para tráficos no intensos, típicos de edificios de viviendas en los que predominan las llamadas de planta de acceso a plantas altas y viceversa.

2.4.3 Maniobra colectiva selectiva

La característica principal de esta maniobra es que en los pisos existen llamadores con dos botones, uno de subida y otro de bajada, excepto en los pisos extremos donde sólo se dispone de un botón de subida o uno de bajada. Las llamadas de piso y las órdenes de cabina son memorizadas y atendidas, siguiendo una secuencia lógica, según el sentido de viaje del ascensor, independientemente del orden en que éstas hayan sido registradas. Esta maniobra maneja de forma adecuada el tráfico entre plantas por lo que es aconsejable para hospitales, hoteles, comercios....

2.4.4 Maniobras dúplex y de grupo

Las maniobras dúplex o de grupo son aquellas que implican a dos o más ascensores, trabajando con una sola botonera. Funcionan como la maniobra simplex (de un ascensor) pero con las siguientes consideraciones:

- Cuando el sistema no registra ninguna llamada, una cabina queda en la planta de acceso y la otra, normalmente en el último piso servido.
- El sistema realiza cálculos continuos en tiempo real sobre las llamadas de piso y órdenes de cabina, posición sentido de marcha y carga del ascensor, para tomar decisiones inmediatas sobre los arranques y las paradas registradas en cabina de la manera más eficaz.

- Una comunicación bidireccional de alta velocidad para la transmisión de datos permite a todos los grupos de maniobra comunicarse entre sí, pudiendo determinarse qué ascensor acude o no a la llamada de un viajero.
- Su especial diseño permite que los ascensores agrupados se programen automáticamente si uno de ellos queda fuera de servicio.

2.4.5 Sistemas de inteligencia artificial

Los sistemas de inteligencia artificial, como los sistemas de control de destino que veremos más adelante, se han introducido con éxito en el ámbito del transporte vertical, para aquellos edificios con tráfico muy intenso, ya que son sistemas que, registrando todos los desplazamientos diarios del grupo de ascensores a su servicio es capaz de adaptar la estrategia del transporte de los viajeros para el día siguiente, en función de los resultados obtenidos. En este sistema, cada ascensor es una unidad autónoma que contiene toda la programación necesaria para el control y funcionamiento del mismo, pero de modo que las cabinas están en permanente comunicación bidireccional. El sistema se asegura, mediante monitores informativos, para que todos los viajeros que se dirijan a una misma planta o plantas cercanas utilicen un mismo ascensor para reducir paradas y ahorrar tiempo. Se utiliza pues, un procedimiento llamado zonificación con el que se asigna a las cabinas un sector diferente secuencial. Los pasajeros saben a qué planta sirve cada cabina observando las pantallas de señalización. De esta forma el tiempo de espera y viaje puede reducirse en 50%. El sistema de inteligencia artificial registra diariamente todos los datos relativos a la demanda de tráfico y elabora el esquema de tráfico para los días siguientes, Además permite, dentro del proceso de zonificación, cambiar el tamaño de los sectores durante el día para dar un servicio más adecuado.

Un tipo de maniobra de inteligencia artificial es la Maniobra de Control de Destino (DCS), que se describe a continuación. La maniobra de control de destino se basa en las siguientes técnicas:

- Arquitectura de asignación de llamadas

Un algoritmo de asignación de llamadas procesa previamente los datos del ascensor y de llamadas de destino que se utilizarán mientras que también se almacenan las previsiones estadísticas del tráfico de pasajeros. El algoritmo genético busca las rutas óptimas para que los ascensores atiendan las llamadas de piso activas. Las decisiones de asignación de llamadas óptimas y estables quedan garantizadas si se usan los tiempos de parada medidos y tiempos de trayectoria del ascensor.

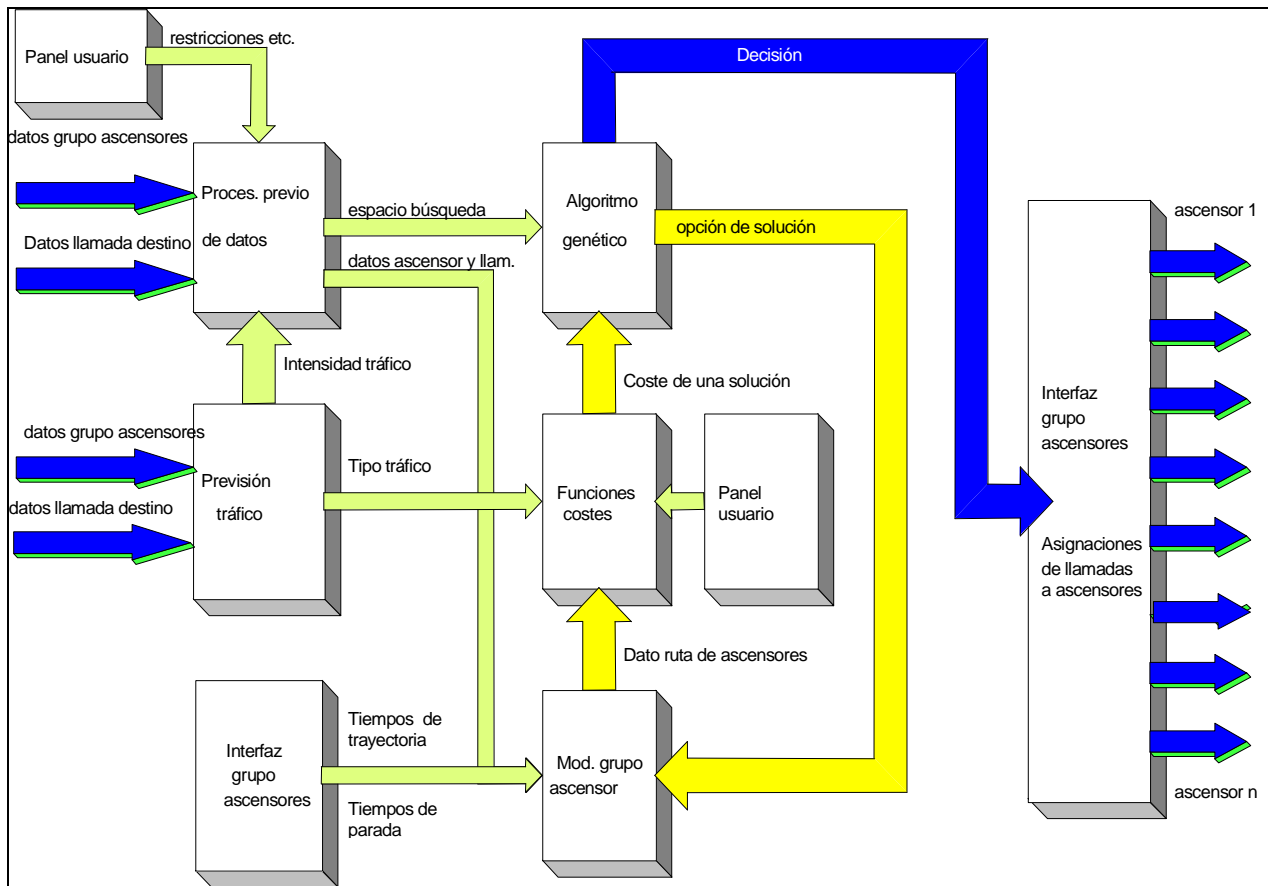


Figura 21 Ejemplo de algoritmo de asignación de llamadas

- Inteligencia artificial

El sistema de control con inteligencia artificial aparece descrito en la Figura 22. La información sobre el tráfico de pasajeros se gestiona en cuatro etapas como se muestra en la figura. El flujo real de tráfico de pasajeros se mide usando el dispositivo pesacargas y las señales de fotocélula y se guarda en las estadísticas a corto plazo y diarias. Además el flujo del tráfico de pasajeros de los pulsadores de llamada de destino se guarda en las previsiones. Se recogen las estadísticas del número de pasajeros que entran y salen por piso durante todo el día, en períodos de cinco minutos.

Una vez al día las estadísticas del último día se guardan en las estadísticas a largo plazo (previsiones estadísticas). En esta segunda etapa, el suavizado exponencial se usa cuando se añaden nuevos datos a las previsiones estadísticas a largo plazo. Se hacen previsiones para cada día de la semana. En la tercera etapa, las previsiones estadísticas se utilizan cuando se reconoce el patrón de tráfico. Los

límites difusos de los patrones de tráfico se diseñan usando la lógica difusa o borrosa (fuzzy logic).

En la cuarta etapa, el tráfico de pasajeros que se ha medido y la información del patrón de tráfico predominante se usan para asignar una llamada de destino dada a una cabina y para enviar los ascensores a los pisos.

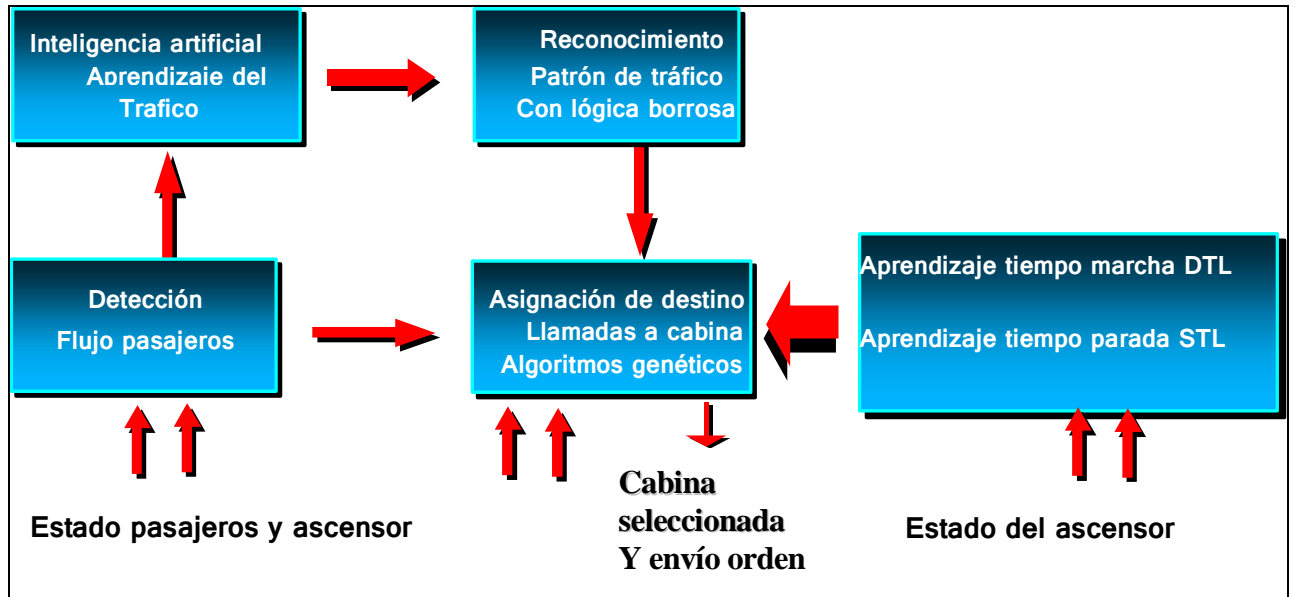


Figura 22 Esquema sistema de control con inteligencia artificial

- Previsiones estadísticas

Las previsiones estadísticas a largo plazo del tráfico de pasajeros se almacenan y utilizan en varias operaciones de control. Las mediciones de tráfico de los sistemas de ascensores han mostrado que el tráfico se repite bastante día tras día. En la mayoría de las situaciones un método de suavizado exponencial simple aporta el mejor resultado de almacenamiento estadístico (consulte la fórmula que aparece más abajo).

$$F_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha) F_{t-1}$$

donde, F = el valor suavizado, y α = la constante de suavizado, con un valor entre cero y uno.

Este método disminuye exponencialmente la parte relativa de los datos antiguos. Los datos antiguos se borran gradualmente cuando se añaden los nuevos. Si cambia el tráfico del edificio, se aprende. En otras palabras, las estadísticas se adaptarán a los cambios en el edificio. Las previsiones estadísticas se almacenan en períodos de cinco minutos cada día de la semana.

En la fase de inicialización, el primer mes, las previsiones estadísticas sólo se recogen. Durante ese tiempo el control de grupo no utiliza los datos de las

previsiones, que pueden reducir la eficacia del control. Durante ese período se optimizan los tiempos de llamadas de piso, mediante el algoritmo básico de asignación de llamadas, en lugar de los tiempos de espera y viaje de los pasajeros.

Las estadísticas de todo un día se recogen antes de usarse para modificar las previsiones. Las variaciones estacionales en los datos de tráfico medidos se eliminan mediante el calendario y dos pruebas de aceptación. Con estas pruebas, los cambios periódicos, como Navidad, no están incluidos en las previsiones estadísticas. Los días excepcionales o los fallos en el registro de datos se eliminan de las estadísticas.

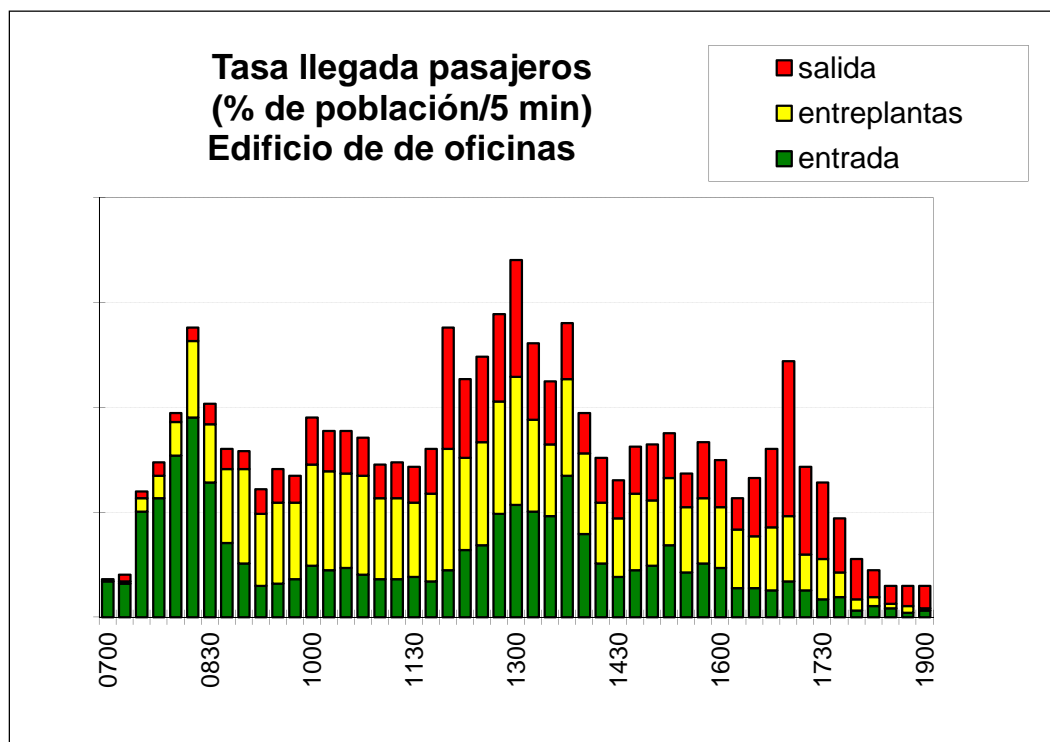


Figura 23 Tasa de llegadas de pasajeros en un edificio de oficinas

- Lógica difusa

A partir de las estadísticas, se prevé el patrón de tráfico. Los patrones de tráfico se definen usando la lógica difusa. Las partes relativas de los componentes de tráfico “entradas”, “salidas” y “entre plantas”, y la “intensidad de tráfico” se comparan estadísticamente cada cinco minutos. El grado de pertenencia de los componentes de tráfico se coteja con las funciones BAJO, MEDIO y ALTO de los componentes de tráfico (consulte la Figura 25) y se compara con las 36 reglas de lógica difusa. El grado de pertenencia de la intensidad total de tráfico para las funciones BAJO, NORMAL, ALTO e INTENSO aparecen en la siguiente figura.

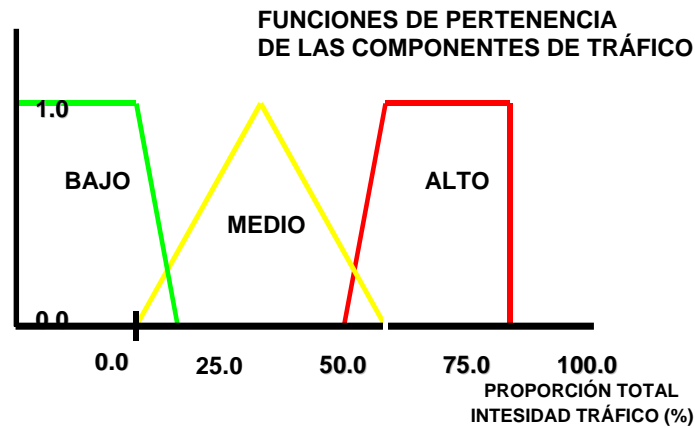


Figura 24 Grado de pertenencia de las componentes de tráfico

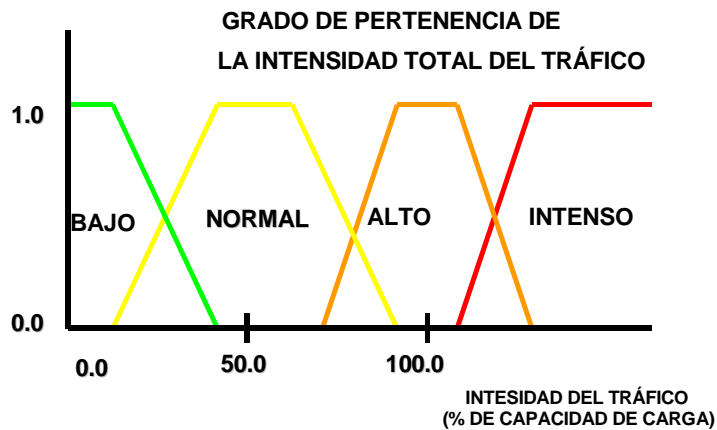


Figura 25 Grado de pertenencia de la intensidad total del tráfico

Un ejemplo de una regla de lógica difusa del pico en subida sería:

SI la intensidad de tráfico = PESADO y tráfico entrante = ALTO y tráfico saliente = BAJO y tráfico entre plantas = BAJO

ENTONCES el patrón de tráfico = PICO EN SUBIDA
Se comparan todas las reglas y se selecciona la que mejor se adapta a la situación prevista de cinco minutos.

- Maniobra de Control de Destino. (Full DCS)

En el sistema de control de destino, el pasajero hace la llamada de destino ya en las plantas, y el sistema de control le sugiere de inmediato el ascensor que lo atenderá.

En el sistema de control de destino completo (Full DCS), no se usa ningún panel de botonera de cabina (panel COP) dentro de la cabina. El sistema de control de destino tiene más información de entrada que los sistemas de control convencionales con pulsadores de llamada de subida y bajada en el momento en

2.4 Descripción de la maniobra

que se asigna una llamada de pasajeros a un ascensor. Con la información de destino avanzada, el sistema de control puede asignar llamadas a los ascensores para que los pasajeros que quieren ir al mismo piso se ubiquen en la misma cabina lo que disminuye el número de paradas durante el viaje en subida.

A continuación mostramos las diferencias en señalización entre la maniobra convencional y una maniobra de control de destino

La principal característica del panel de maniobra de cabina es que no dispone de botonera para poder seleccionar la planta, ya que esa elección se realiza cuando el pasajero está en planta antes de entrar en el ascensor. Así, la botonera de planta es más compleja para tener la posibilidad de seleccionar el número de planta a la que el pasajero se dirige. Los ascensores deben estar denominados por una letra o por un número para que el pasajero sepa qué ascensor le corresponde. En los indicadores de destino de planta vendrán reflejados los pisos en los cuales dicho ascensor va a parar.



Figura 26 Señalización y botoneras de piso y cabina con maniobra Full-DCS

2.4 Descripción de la maniobra

La principal diferencia de la maniobra convencional frente a una maniobra DCS es que los botones para poder seleccionar la planta a la que el pasajero se dirige, están situados en el panel de la cabina, y no en planta. Las botoneras de piso constarán solamente de dos botones, para indicar si el pasajero quiere subir o bajar. La señalización de piso marcará con flechas la dirección que tomará el ascensor situado en esa planta, y la planta donde actualmente está el ascensor.

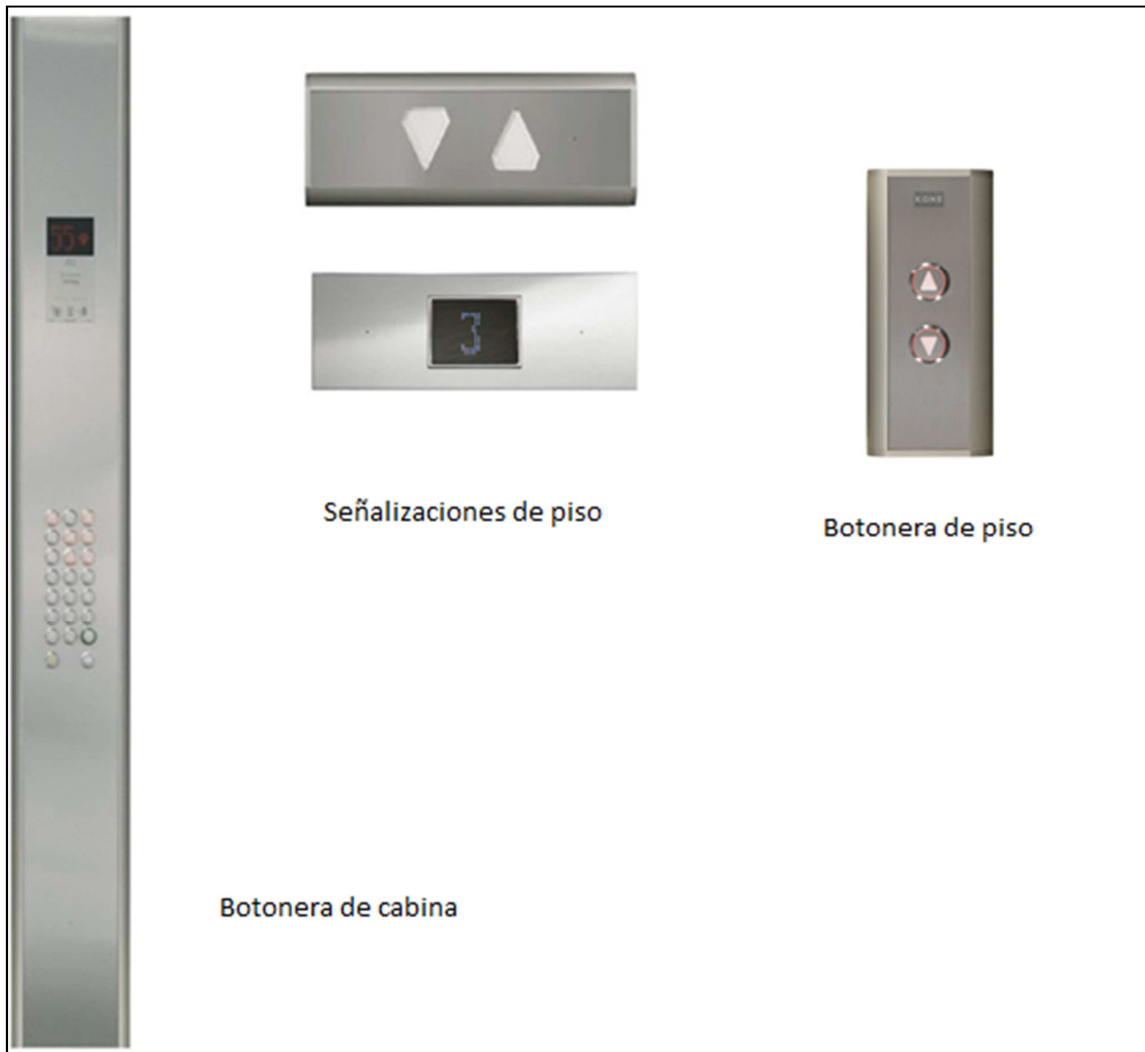


Figura 27 Señalización y botoneras de piso y cabina para maniobra convencional

Existe la posibilidad de tener sólo Maniobra de control de Destino en la planta principal y en el resto de plantas, botoneras de señalización convencional. A esta opción de maniobra de control de destino la llamaremos Híbrida, frente a la completa (Full). Esta opción se utiliza en oficinas ocupadas por varias empresas o en hoteles donde el tráfico entre plantas, que no sea la principal, sea casi inexistente, por lo que la mayoría de viajes en bajada se harán desde la planta solicitada a la planta principal.

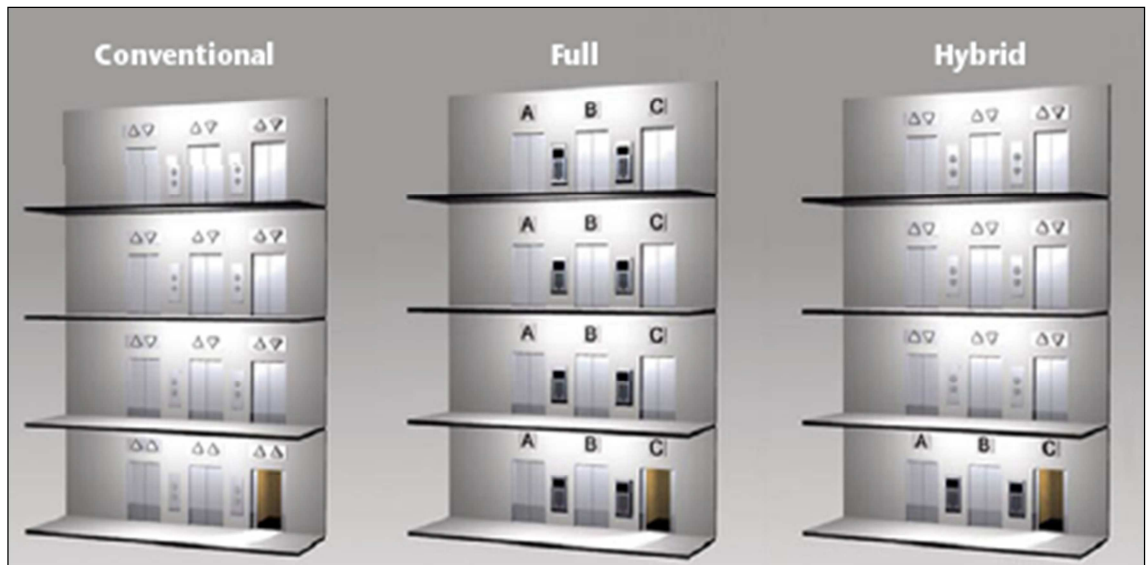


Figura 28 Posición de la señalización en piso para las diferentes maniobras

Con la información de destino avanzada, el sistema de control puede asignar aquel ascensor que coincida la llamada de llegada con la llamada de destino, disminuyendo así los tiempos de espera y trayecto, y por tanto, el número de paradas del ascensor. La optimización del tiempo de viaje es beneficiosa especialmente en la situación de pico en subida en la que todos los pasajeros llegan desde los mismos pisos de entrada y los pasajeros con el mismo destino son transportados en la misma cabina. El tiempo medio de ida y vuelta se acorta entonces, lo que aumenta la capacidad de gestión en el sistema de ascensores.

En la siguiente figura (Figura 29) se comparan los tiempos de espera según la intensidad de tráfico, con sistemas de control convencional y de destino

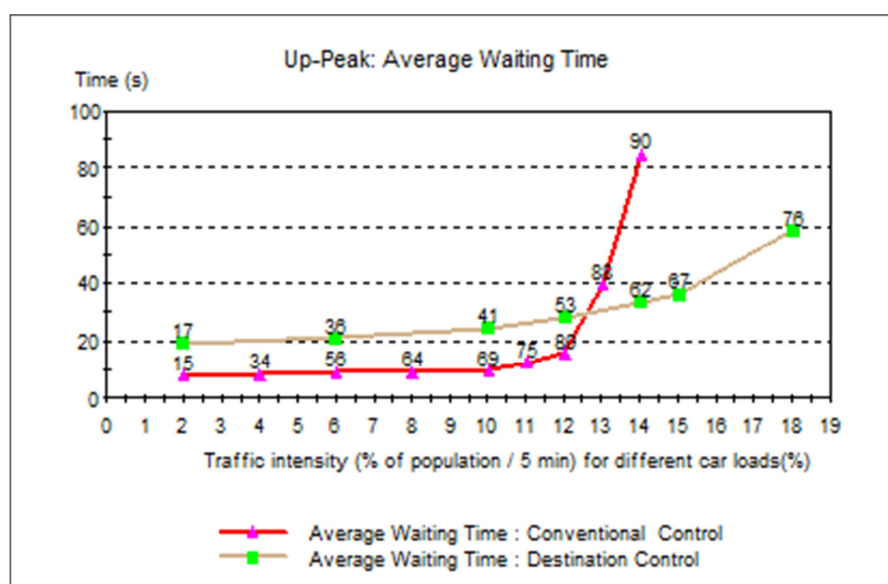


Figura 29 Tiempo de espera de un sistema convencional y una maniobra de control de destino

Con el sistema de consulta de destino de la tecnología del motor EcoDisc el consumo anual de energía disminuirá aproximadamente a la mitad en comparación con la tecnología VVVF AC normal. Durante las horas con picos de tráfico, se optimizan los tiempos de espera y el tiempo de viaje. Esto aumenta la capacidad de gestión del sistema de ascensores sólo cuando es necesario y los tiempos de espera siguen siendo razonablemente cortos.

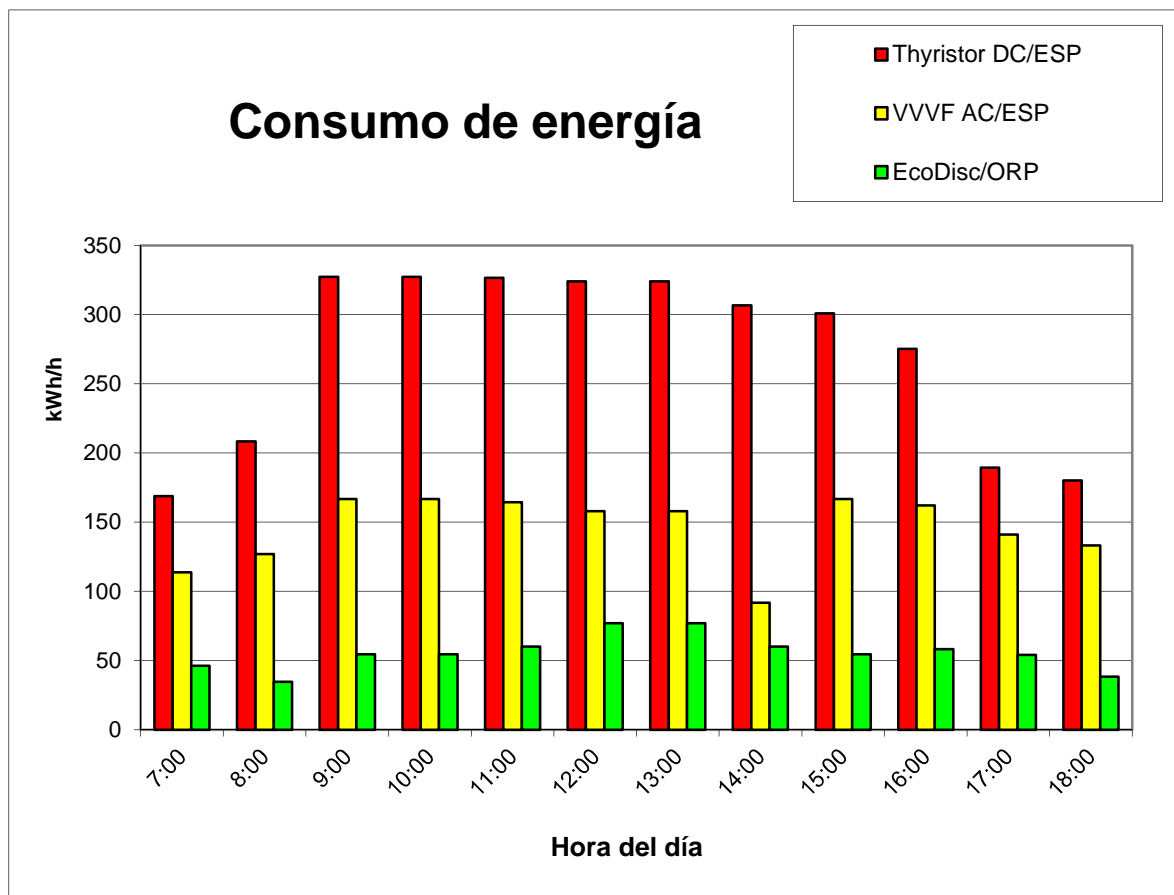


Figura 30 Consumo diario de energía de Thyristor- DC-VVVF AC y tecnología Ecodisc que usa DCS

El sistema de consulta de destino reporta ventajas al servicio de pasajeros, especialmente en edificios de oficinas con usuarios permanentes. Aumenta la capacidad de gestión durante las horas de pico de tráfico. Además el sistema DCS es más flexible que algunos diseños arquitectónicos de construcción tales como maniobra cojas dentro de un grupo de ascensores y disposiciones poco corrientes de grupos, en los que el pasajero no puede ver todos los accesos a los ascensores desde el lugar que hace la llamada

2.5 Estudios de tráfico vertical

2.5.1 Introducción al tráfico vertical

Los elementos de transporte vertical de un edificio deben responder perfectamente a las necesidades de movilidad vertical dentro de éste, sobre todo en las denominadas horas punta.

De esta forma, un edificio puede convertirse en totalmente inaceptable en lo que se refiere al servicio de transporte si entre la planta de embarque (normalmente la planta baja) y el resto de las plantas la comunicación resulta ineficaz.

El conjunto de exigencias de los usuarios del edificio, viene en mayor o menor grado definido como “calidad de servicio”. Uno de los niveles de calidad más percibido por el usuario es el tiempo de espera que una persona debe realizar frente al ascensor para poder viajar en él.

Los técnicos de todo el mundo en materia de ascensores, se han esforzado en dar una norma internacional que regule y limite los tiempos de espera, fijando unos valores máximos admisibles en cada caso, en función de las características peculiares del edificio donde vayan a instalarse los aparatos elevadores, en la cual se fundamenta los estudios de tráfico.

Podemos decir que un análisis de tráfico resulta laborioso y complicado, por lo múltiples parámetros a tener en cuenta, pero es imprescindible para definir una de las instalaciones fundamentales en un edificio.

Por ello, la solución óptima del tráfico de personas del edificio debe basarse en un profundo análisis del edificio hecho por profesionales del sector.

Para realizar un estudio de tráfico, deben tenerse en cuenta parámetros muy distintos como:

- Tipo y uso del edificio
- Número de plantas
- Población por planta
- Distancia entre pisos y recorrido total
- Situación de la planta principal....

Uno de los parámetros que suele ser desconocido es la población que va a tener cada planta. En ese caso, se estimará usando la superficie útil de cada planta. La superficie útil no incluye áreas de espera, escaleras, pasillos u otras zonas comunes. Se suele estimar entre el 75-85% de la superficie total de la planta.

En la siguiente tabla se muestran estimaciones de población para un edificio de oficinas.

Tabla 4 Estimaciones de población en un edificio de oficinas

Uso		Población estimada	Valor típico
Oficina	Normal	8...12 m ² por persona	10 m ² por persona
	De lujo	12...25 m ² por persona	14 m ² por persona

2.5.2 Estudio de tráfico para un edificio de oficinas

2.5.2.1 Introducción

Uno de los aspectos más importantes cuando se diseña una instalación de elevación vertical, es sin duda, el destino del edificio. Evidentemente un ascensor de un edificio de oficinas frente a, por ejemplo, un hospital, van a funcionar de forma totalmente diferente desde el punto de vista de tráfico, aunque su velocidad y carga nominales coincidan.

La forma más gráfica de estudiar el tráfico es por sectores horarios, es decir, a través de la representación de flujo de usuarios a lo largo de una jornada. Para ello necesitamos saber horarios de entrada y salida y tipos de inquilinos que van a ocupar el edificio.

La selección del grupo de ascensores en un edificio de oficinas depende del número de empresas y las horas de trabajo de cada una. En un edificio de oficinas con un solo inquilino, los picos más agudos de tráfico serán a la hora de entrada, en el almuerzo y a la hora de salida. También se puede esperar un tráfico intenso entre pisos. Si dicha empresa tiene un horario de trabajo flexible, la intensidad del tráfico durante las horas pico disminuirá.

En los edificios de oficinas diversificados, con varias empresas, la intensidad de tráfico de pasajeros durante las horas pico será aún más ligero. El tráfico en las horas pico durará más tiempo pero no serán tan altos.

A continuación podemos ver un ejemplo con los flujos de entrada y salida diarios en un edificio de oficinas de una sola compañía. Al ser un edificio ocupado por una sola empresa, el tráfico entre plantas a lo largo del día va a ser significativo. Así también se puede observar un fuerte pico de entrada, otro de salida a la hora del almuerzo, y por último el pico de salida al final de la jornada.

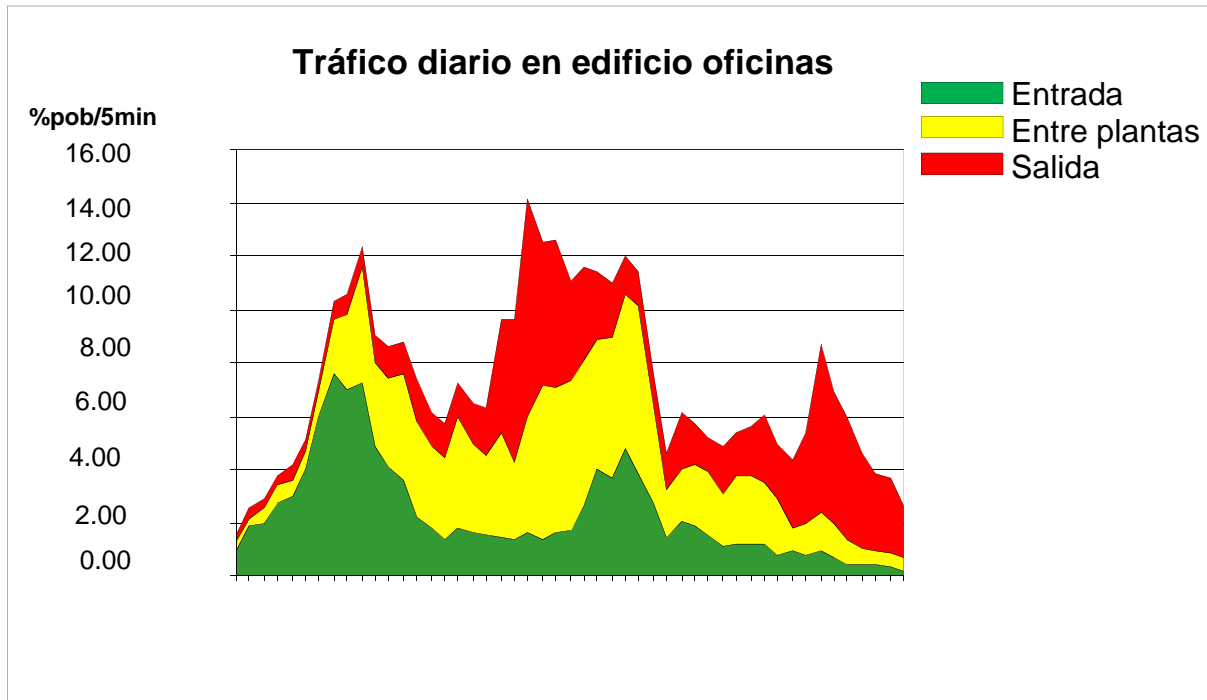


Figura 31 Tráfico de entrada, salida y entreplantas para un edificio de oficinas ocupado por un sólo empresa

2.5.2.2 Parámetros básicos

En la etapa de diseño del edificio, el uso futuro del edificio tiene que ser estudiado cuidadosamente, ya que después puede ser que no sea posible cambiar el diseño de los ascensores. Las características para definir el ascensor son:

- Carga del ascensor
- Dimensiones del ascensor
- La velocidad del ascensor
- El número y disposición de ascensores en grupo
- Pisos servidos
- Sistema de control y funciones de la maniobra

Los parámetros de planificación que se necesitan son:

- Capacidad de carga (personas/5minutos ó %de la población/5minutos)
- Intervalo (s)
- El tiempo total de viaje (s)

La capacidad de carga (HC) muestra la cantidad de pasajeros que el sistema de ascensores puede transportar en cinco minutos, considerando, en un pico máximo de tráfico, con factor de carga de la cabina del 80%. Por lo general, la capacidad de carga se da en unidades relativas de % de la población en 5 minutos.

El intervalo (i) muestra la frecuencia media con la que un ascensor sale del vestíbulo en hora punta. Se obtiene dividiendo el tiempo total (t) del ascensor por el número de ascensores en grupo.

El tiempo total del ascensor se calcula sumando el tiempo de parada y el tiempo de marcha

$$t = t_1 + t_2$$

Para poder calcularlo, necesitamos definir los siguientes parámetros.

El tiempo de entrada de pasajeros en la planta baja (t_0). El tiempo se estima en 8 segundos como tiempo mínimo suponiendo que el número de pasajeros es 8, o menor que 8, por cada pasajero que exceda de 8, se añade la cantidad de 0.8 segundos por pasajero. Es decir si el ascensor está diseñado para 15 pasajeros:

$$t_0 = 8 + 7 \times 0.8 = 13.6 \text{ s}$$

El tiempo de salida de los pasajeros de la cabina (t_1). Se estima en 2 segundos por cada parada. Se calcula multiplicando el número de paradas probables por 2 segundos.

Tiempo de apertura y cierre de puertas (t_p). Se calcula multiplicando el número de paradas probables más 1, por el tiempo unitario de apertura y cierre de puertas. Si este dato los desconocemos, este se calcula en función de la anchura de puerta y tipo de puerta:

Tabla 5 Valores de tiempo de apertura de puertas según anchura y tipo de puerta

Anchura (mm)	Apertura telescópica (s)	Apertura central (s)
900	6.6	4.1
1100	7	4.6
1200	7.7	5.3
1400	8.8	6.0
1600	9.9	6.5

Tiempo de subida (t_s) o tiempo que el ascensor tarda en subir hasta el piso más superior. Se calcula multiplicando el número de paradas probables por el tiempo de subida entre dos paradas probables consecutivas.

Tiempo de bajada (t_b) o tiempo que tarda el ascensor en bajar. Se calculará en función de la velocidad del ascensor y el recorrido del mismo.

El tiempo de parada será la suma del tiempo de entrada, más el tiempo de salida más el de apertura y cierre de puertas y una ineficiencia del 10%

$$t_1 = (t_0 + t_e + t_p) \times 1.1$$

El tiempo de marcha será la suma del tiempo de subida y el de bajada

$$t_2 = t_s + t_b$$

Así la capacidad de carga en 5 minutos viene dada por:

$$HC = n^{\circ} \text{ascensores} \times n^{\circ} \text{pasajeros por viaje} \times 300 / t$$

Y el intervalo

$$i = t / n^{\circ} \text{ascensores}$$

Si el tiempo promedio de viaje se divide por el número total de ascensores en el grupo, el intervalo se denomina intervalo de salida. El intervalo de salida muestra la frecuencia con la que los ascensores dejan el vestíbulo, pero no está relacionado con los tiempos de espera de los pasajeros y las colas.

El intervalo de servicio se relaciona con los tiempos de espera de pasajero. Se obtiene dividiendo el promedio del viaje completo por el número real de los ascensores de servicio de la planta de destino.

El tiempo de llamada (CT): es el tiempo desde que se registra una llamada hasta que el ascensor responde cancelando la llamada en el momento de desaceleración de llegada a la parada solicitada.

El tiempo de espera (t_e): tiempo desde que se registra una llamada o un pasajero se une a la cola, hasta que el ascensor comienza a responder abriendo sus puertas en la planta para el embarque. El tiempo de espera continúa, si un pasajero no entra en el ascensor porque esté lleno. El tiempo de espera será a cero si el ascensor está en planta con puertas abiertas cuando el pasajero llegue.

Tiempo de tránsito (t_t): tiempo de respuesta cuando un ascensor comienza a abrir sus puertas en la planta de embarque hasta que las puertas comienzan a abrirse de nuevo en el piso de destino. El tiempo de tránsito de pasajeros comienza cuando un pasajero llega si las puertas del ascensor se abren respondiendo.

Tiempo a destino (t_d): tiempo desde que se registra una llamada o un pasajero se une a la cola, hasta que el ascensor comienza a responder abriendo sus puertas en planta de destino

Duración del trayecto (J_t): tiempo desde que se registra una llamada o un pasajero se une a la cola hasta que el pasajero pisa suelo de planta de destino.

Tiempo de caminata: el tiempo desde cuando un pasajero registra una llamada de destino en un dispositivo de entrada, hasta que se coloca en frente del ascensor asignado. El tiempo de caminata es igual a cero, si el dispositivo de entrada de destino se encuentra en una posición similar a los botones de llamada convencional.

Tiempo de espera en vestíbulo: tiempo desde cuando el pasajero está parado frente al ascensor asignado, hasta que el ascensor asignado comienza a abrir sus puertas.

A continuación se muestra una tabla con los valores aconsejados en un edificio de oficinas.

La capacidad de carga de los ascensores es buena cuando es superior al 12% de la población en cinco minutos. El intervalo (el intervalo de salida) debe estar por debajo de los 40 segundos. EL tiempo de viaje desde el piso más bajo al más alto se considera satisfactorio si se mantiene por debajo de 32 segundos.

Tabla 6 Tiempos nominales e intervalos para edificios de oficinas

EDIFICIOS DE OFICINAS			
TIEMPOS NOMINALES DE VIAJE E INTERVALOS			
Nivel	Tiempo nominal de viaje (s)	Intervalo de salida (s)	Tiempo al destino (s)
Excelente	12 - 20	20 - 25	60 – 80
Bueno	20 – 25	25 - 32	80 – 100
Satisfactorio	25 – 32	32 - 40	100 – 120
CAPACIDAD DE CARGA(% de población en 5 minutos.)			
Tipo de oficina	Horario de trabajo	Capacidad de carga	
		Buena [%]	Excelente [%]
Único inquilino	Común	16 - 20	20 – 25
Único inquilino	Flexible	13 - 16	16 – 20
Multiples inquilinos	Común	13 - 16	16 – 20
Multiples inquilinos	Flexible	12 - 15	15 – 17

Se pueden utilizar simuladores de tráfico de edificios para determinar los tiempos de servicio de pasajeros y el funcionamiento de un ascensor para el entorno definido por el cliente. A través del uso de algoritmos de control, algoritmos genéticos, sistemas de control de destino,... Se pueden predecir los niveles de servicio de tránsito en los edificios antes de su construcción, para más tarde compararlos con los tiempos reales del ascensor. El resultado es una gran cantidad de información estadística.

Para edificios de oficinas, usando estos datos, se pueden recomendar valores de tiempos para el grupo de ascensores satisfaga las necesidades del cliente.

Tabla 7 Tiempos de llamada recomendados

Nivel del servicio	Tiempo promedio (s)	% de las llamadas contestadas en:		
		30 s	60 s	90 s
Excelente	<15	75	98	100
Bueno	15 – 20	70	95	98
Satisfactorio	20 – 25	65	92	95
Aceptable	25 – 35	60	85	90

Tabla 8 Tiempos de espera recomendados (sin incluir tiempos de caminata)

Nivel de servicio	Tiempo promedio (s)	% de pasajeros atendidos en:		
		30 s	60 s	90 s
Excelente	< 20	75%	95%	99%
Bueno	20 – 30	65%	85%	95%
Satisfactorio	30 – 40	50%	75%	90%
Aceptable	40 – 60	40%	60%	75%

Tabla 9 Tiempos de tránsito recomendados

Nivel de servicio	Tiempo promedio (s)	% de pasajeros atendidos en:		
		60 s	90 s	120 s
Excelente	< 60	55%	90%	99%
Bueno	60 – 70	30%	85%	98%
Satisfactorio	70 – 80	15%	70%	95%
Aceptable	80 – 100	5%	35%	80%

Tabla 10 Tiempos a destino recomendados

Nivel de servicio	Tiempo promedio (s)	% de pasajeros atendidos en:		
		90 s	120 s	150 s
Excelente	< 80	70%	85%	95%
Bueno	80 – 100	40%	75%	90%
Satisfactorio	100 – 120	15%	50%	80%
Aceptable	120 – 150	5%	20%	55%

2.6 Normativa y Legislación aplicable

2.6.1 UNE- EN- 81

Dentro de la política de la Unión Europea de aumentar la seguridad de las máquinas desde su fase de diseño, los ascensores cuentan con una Directiva europea de ascensores 95/16/CE (entrada en vigor en 1997) en donde se especifican los requisitos esenciales de seguridad de estas máquinas.

Como apoyo técnico a esta Directiva, el Comité Técnico CEN/TC 10: Ascensores y montacargas del CEN (Comité Europeo de Normalización) ha elaborado una norma armonizada diferenciada en dos partes:

UNE-EN-81-1: normas de seguridad para la construcción en instalación de ascensores (1998 y revisión 2001)

Parte 1: ascensores eléctricos

Parte 2: ascensores hidráulicos

En la introducción del texto indica que: el objetivo de esta norma es definir las reglas de seguridad en relación con los ascensores de pasajeros y ascensores de pasajeros y cargas con miras a salvaguardar a las personas y objetos frente al riesgo de accidentes asociados al usuario, mantenimiento y operaciones de emergencia en ascensores.

Se ha hecho un estudio de los diversos aspectos de los accidentes que pueden producirse en el campo de los ascensores en las siguientes áreas:

- Posibles riesgos debidos a cizallamiento, aplastamiento, caída, choque, atrapamiento, fuego choque eléctrico, fallo de material por daño mecánico, desgaste o corrosión
- Personas a proteger: usuarios, personal de mantenimiento e inspección.
- Objetos a proteger: carga dentro de la cabina, componentes de la instalación del ascensor, zona del edificio en el que se encuentra instalado el ascensor

Cumplimiento normativa EN81-72: Ascensor de bomberos

Se considera ascensor de bomberos aquel instalado, en principio, para uso público con protecciones, control y señales adicionales que permiten que se use en caso de incendio por los bomberos. No sólo afecta al ascensor, también al edificio.

La normativa de incendios es competencia de la Unión Europea, por lo que la EN81-72 no es de obligado cumplimiento a no ser que se contrate un ascensor con esta especificación en particular.

Los requerimientos que tiene que tener el edificio son:

- Vestíbulo independiente en cada piso
- La señalización en planta debe funcionar entre 0-65°C
- Se debe asegurar el funcionamiento del ascensor en caso de humo en el hueco o en el cuarto de máquinas
- Segundo interruptor y fuente de alimentación localizado en zona protegida del fuego
- Los cables de la fuente de alimentación primaria y secundaria deben ser resistentes al fuego y estar separados entre sí y de otras fuentes de alimentación
- Asegurar que el agua en el foso no alcance al amortiguador comprimido y al equipamiento que pueda afectar al funcionamiento del ascensor

Los requerimientos que debe cumplir el ascensor son:

- Tiene que servir todas las plantas del edificio
- Dimensiones mínimas son
Cabina de 1100x1400mm y apertura de puertas de 800mm
En caso de ser ascensor de rescate, las dimensiones mínimas serán:
Cabina de 1100x2100mm y apertura de puertas de 800mm
- Tiene que ser capaz de hacer el recorrido desde la planta de evacuación al piso más alejado en 60 segundos.
- La trampilla de emergencia tiene que ser de 50x70cm (40x70cm si la carga del ascensor es de 630kg)
- Escaleras con una longitud adecuada de cabina a hueco para rescates
- En caso de maniobras múltiples, la caída de tensión de uno de los ascensores no puede afectar al funcionamiento del ascensor de bomberos
- Protección IPx3 al agua

Cumplimiento de la normativa EN81-73: funcionamiento del ascensor en caso de incendio

Los objetivos de esta normativa son:

- Evitar el riesgo de atrapamiento, la exposición al fuego y humo en caso de incendio
- Muestra a los bomberos si hay pasajeros en el ascensor
- No aplica a los ascensores de bomberos (EN81-72)

El funcionamiento del ascensor al recibir la señal de fuego debe ser:

- La botonera de cabina y los pulsadores de piso quedan inoperativos, se cancelan todas las llamadas
- Los dispositivos de puertas quedan inoperativos facilitando el cierre de puertas
- Si un ascensor está parado en una planta: se cierran puertas y va sin parar a la planta de evacuación
- Si un ascensor está en movimiento en sentido contrario a la planta de evacuación, hará una para y cambiará el sentido de la marcha para dirigirse a dicha planta.
- Si un ascensor está en movimiento en sentido de la planta de evacuación, llegará sin parar hasta ella
- Si un ascensor está parado (por motivos de seguridad), permanecerá inmovilizado.
- Una vez en la planta de evacuación, y se vacíe el ascensor, cerrará sus puertas y dejará de funcionar
- Volverá a su funcionamiento normal cuando reciba la señal del sistema de detección de incendio o se active manualmente por una persona autorizada

Los requerimientos del edificio para cumplir con la EN81-73 son:

- Se necesitará una señal de detección de incendio que podrá ser automática o manual
- Una señal de “No entrar” en las plantas de evacuación que se activa cuando el ascensor esté en dicha planta

Cumplimiento normativa EN81-58: Ensayo de resistencia al fuego de las puertas de piso

Es una normativa que clasifica las puertas según su resistencia al fuego:

- Eu : Integridad.
 - EIu : integridad + aislamiento térmico. Similar a Resistente al fuego
 - EWu : integridad + radiación
- u = periodo de clasificación durante el cual el criterio se satisface

Cuando se combinan los criterios, el tiempo declarado debe corresponder al criterio que tenga el tiempo más corto

2.6.2 Cumplimiento Código Técnico de la Edificación (CTE)

A continuación se describe la parte del Código Técnico de la Edificación que tendrán que cumplir los ascensores, siempre que la normativa local no sea más restrictiva.

Los ascensores que comunican sectores de incendio tienen que cumplir

SI-1: propagación interior. Compartimentación de incendio

- En cada sector, las puertas del ascensor tienen que ser E30 como mínimo, o bien vestíbulo independiente con puertas EI
- En zonas de riesgo especial o en aparcamientos siempre tiene que haber vestíbulo independientes
- Se podría ahorrar el vestíbulo independiente en ciertos casos con puertas EI y si el hueco completo es EI

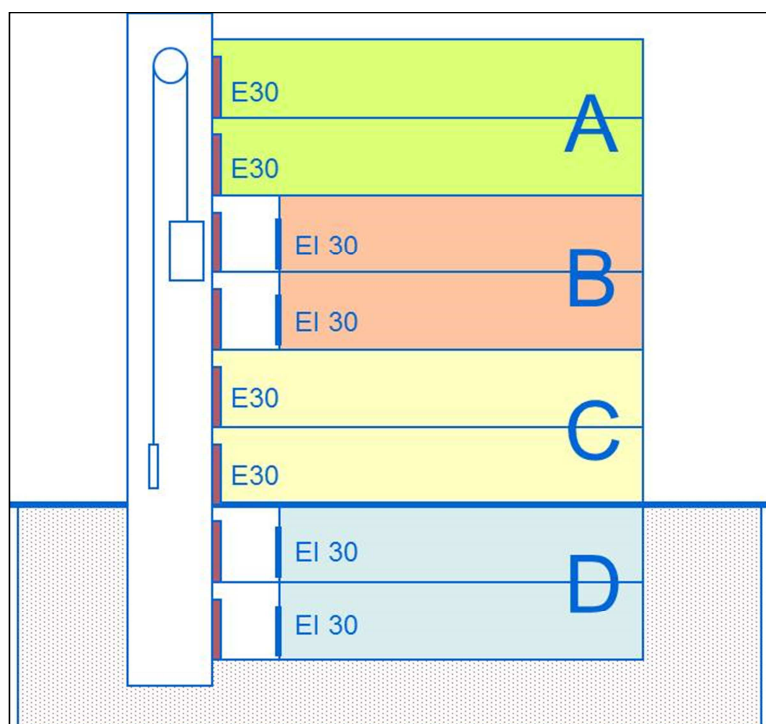


Figura 32 Ejemplo de puertas de ascensor con protección al fuego.

SI-4: Ascensor de emergencia

En general, es necesario en los siguientes casos, siempre que la normativa local no sea más estricta:

- En edificios públicos, si la altura de evacuación es mayor de 50m
- En viviendas si la altura de evacuación es mayor de 35m
- Hospitalario: si la altura de evacuación es mayor de 15m

Las características que tiene que tener el ascensor son:

2.6 Normativa y Legislación aplicable

- Capacidad de carga de 630kg, con una superficie útil de cabina de 1.40m², con una apertura de puertas de 0.80m
- Velocidad tal que permita realizar todo su recorrido en menos de 60s
- En uso hospitalario, las dimensiones de la cabina serán de 1.20x2.10m, como mínimo
- En la planta de acceso al edificio se dispondrá de un pulsador junto a la botonera del ascensor, bajo una tapa de vidrio con a la inscripción “uso exclusivo bomberos”. La activación del pulsador debe provocar el envío del ascensor a la planta de acceso y permitir su maniobra exclusivamente desde cabina
- En caso de fallo del abastecimiento normal, la alimentación eléctrica al ascensor pasará a realizarse de forma automática desde una fuente propia de energía que disponga de una autonomía mínima de una hora.

2.6.3 Otras normativas

Normativa urbanística

- Normativa Urbanística del Ayuntamiento en que radica la Obra y aquella específica que pueda regular en particular la parcela en que radica este Proyecto.

Normativa sobre Accesibilidad

- Llei 20/191, de 25 de novembre, de promoció de l'accessibilitat i de supressió de barreres arquitectòniques
- Decret 135/1995, de 24 de març, de desplegament de la Llei 20/191, de 25 de novembre, de promoció de l'accessibilitat i de supressió de barreres arquitectòniques, i d'aprovació del Codi d'accessibilitat
- Llei 5/2006, de 10 de maig, del Llibre Cinqué del Codi Civil de Catalunya, relatiu als drets reals.

Normativa General sobre Seguridad y Calidad de los Edificios y sus Instalaciones

- Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Ministerio de Vivienda.

Normativa sobre Ascensores del Gobierno Central:

- Real Decreto 2291/1995 de 8 de noviembre que aprueba el Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención.
- Orden del Ministerio de Industria y Energía de 23 de septiembre de 1987 por el cual se modifica la Instrucción Técnica Complementaria MIE-AEM-1 del Reglamento de Aparatos de Elevación y manutención referente a ascensores electromecánicos.

- Directiva 95/16/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 29 de junio de 1995 relativa a ascensores.
- Real Decreto 1314/97 de 1 de agosto que transpone la Directiva 95/16/CE
- Normas UNE-58.705-86 y 58.717-89, correspondientes a EN-81-1 y EN-81-2

Normativa sobre Ascensores de la Generalitat de Catalunya

- Presidència de la Generalitat.
 - Llei 13/1987, de 9 de julio, de seguretat de les instal·lacions industrials.
- Departament d'Indústria i Energia

Ordre de 31 de juliol de 1986, per la qual s'adjudica el concurs per a l'explotació del servei d'inspecció i control reglamentari que regula l'Ordre del Departament d'Indústria i Energia de 17 de març de 1986, modificada per l'ordre de 7 d'abril de 1986.
- Departament d'Indústria i Energia

Ordre de 30 de desembre de 1986, per la qual es regula l'aplicació del Reglament d'Aparells d'Elevació i de Manutenció, aprovat pel Reial Decret 2291/1985. (Conte les modificacions introduïdes per l'Ordre de 14 de maig de 1987 i per l'Ordre de 4 de setembre de 1989).

-Resolució de 22 de juny de 1987, per la qual es regula l'aplicació per les EIC de les condicions tècniques de seguretat i d'inspecció periòdica dels ascensors instal·lats a Catalunya.

-Ordre de 31 de maig de 1999 per la qual es regula l'aplicació del Reial Decret 1314/97 d'aplicació de la Directiva del Parlament Europeu relativa a ascensors 95/16/CE.

Normativa Europea sobre ascensores y relacionadas

- Norma UNE-EN 81-1, “Reglas de Seguridad para la construcción e instalaciones de ascensores.
- Las normas de seguridad para la construcción e instalación de ascensores:
EN-81;-28, -58, -70, -72, -73 se aplicarán, en ausencia de normas locales vigentes.
- Normas europeas sobre Compatibilidad Electromagnética: EN 12015 (Emisión) y EN 12016 (Inmunidad)
- Norma internacional sobre clases de protección eléctrica, IEC 60529

Normativa sobre Seguridad y Salud en el Trabajo

- Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales, de 8 de noviembre. Modificación por la Ley 50/98, de 30 de diciembre.
- Reglamento de los Servicios de Prevención, Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, (modificado por R.D. 790/98, de 30 de abril)
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1997, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares para los trabajadores.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Resolución de 8 de abril de 1999, sobre Delegación de Facultades en Materia de Seguridad y Salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el RD 39/1997 y el RD 1627/1997
- Ley 32/2006 reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Ministerio de Vivienda.

Capítulo 3

Descripción general del proyecto

3.1 Descripción del edificio

El presente proyecto contempla el estudio de transporte vertical de un edificio de oficinas proyectado en la ciudad de Barcelona.

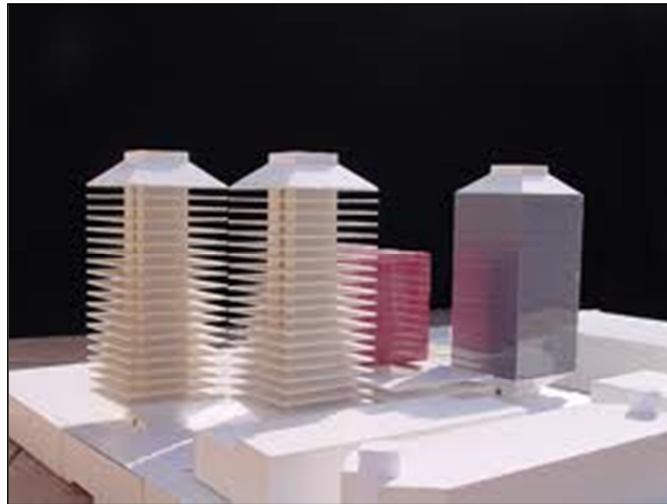


Figura 33 Maqueta del proyecto de oficinas

La edificabilidad total del conjunto queda repartida en tres torres semejantes (T1, T2 y T3) de 80 metros de altura y 1200 m² por planta, que al ser idénticas sólo estudiaremos la primera torre T1.

En tres plantas sótano, y ocupando la totalidad de la finca, se desarrolla un aparcamiento común a todas ellas con conexión directa a cada edificio.

La Torre 1 es una construcción de planta cuadrada de 23.575,09 m² computables desarrollada en 22 plantas (PB+21P) sobre rasante.

Está compuesta por un núcleo central estructural de 16,00 x 16,00 m. que incorpora la comunicación vertical de personas e instalaciones en su interior, rodeada por una superficie útil de oficinas de unos 950 m² por planta, hasta el perímetro de la fachada que es de 34,50 x 34,50 m., y actúa además como segundo anillo estructural.

La característica especial de este edificio es precisamente la desaparición de este anillo perimetral en los tres primeros niveles, siendo únicamente el núcleo central el que intersecciona con el suelo. Esta disminución de sección provoca una transparencia y liberación del espacio y de las visuales desde todo el entorno a nivel de “calle”. La misma disminución de sección se produce de forma simétrica en las plantas superiores, que incorporan las instalaciones principales en su interior.

3.1 Descripción del edificio

La planta tipo está configurada de tal forma, que permite su utilización como una única oficina, de unos 900 m² alquilables, dos, tres o cuatro unidades iguales de unos 225 m² cada uno.

Seis ascensores comunican verticalmente el edificio a través del vestíbulo de planta baja, y dos lo hacen desde el aparcamiento hasta el vestíbulo para provocar el paso obligado frente al control de acceso. Por último, un ascensor de servicio, comunica todas las plantas, y será el ascensor de uso exclusivo para bomberos, en caso necesario.

Las fachadas, poseen tratamientos diferentes dependiendo de su orientación y su posición respecto al conjunto de los otros edificios.

Todos ellos poseen fachada tipo muro cortina con una proporción vidriada cercana al 50%, pero protegida del soleamiento en orientaciones sur, este y oeste,

Las fachadas nor-este y nor-oeste de las torres 1 y 2 se pretenden espejadas en toda su superficie, para la creación de reflejos a 90° entre ellas. Una pequeñísima separación entre ambas torres, provocará un efecto “reloj de sol” proyectado sobre el pavimento de la plaza de acceso a las mismas, cuyo pavimento dibujará este motivo.



Figura 34 Infografía proyecto edificio de oficinas en Barcelona

3.2 Descripción de los ascensores de las torres T1-T3

Las torres T1-T2-T3 son idénticas, por lo que vamos a describir los ascensores de la torre T1, siendo válido el estudio para el resto de las dos torres.

El presente proyecto contempla los 9 ascensores del edificio, situados todos ellos en el núcleo principal de transporte vertical del edificio.

- Ascensores de público, grupo de 6 ascensores (A1.1, A1.2, A1.3, A1.4, A1.5, A1.6).

Acceso a plantas de oficinas desde planta baja.

Instalación de un grupo de 6 ascensores eléctricos adaptados para minusválidos.

Puertas automáticas: 2 hojas de acero inoxidable, apertura central simétrica con embarque único.

Cuarto de máquinas sobre el recinto del ascensor en planta 23. Cuarto único para los 6 ascensores.

Sistema automático de desplazamiento de cabina a planta baja en caso de emergencia o corte de suministro.

- Grupo de dos ascensores de aparcamiento (P1.1, P1.2)

Acceso a planta baja del edificio desde aparcamiento

Instalación de un grupo de 2 ascensores eléctricos adaptados para minusválidos

Puertas automáticas: 2 hojas de acero inoxidable, apertura central simétrica con embarque único.

Cuarto de máquinas: sobre el recinto del ascensor en planta 1. Cuarto único para los 2 ascensores.

Sistema automático de desplazamiento de cabina a planta baja en caso de emergencia o corte de suministro.

- Ascensores de Servicio / Bomberos (F1.1)

Ascensor de bomberos y de servicio para transporte de mercancías desde sótano -3 a plantas de oficinas y planta 22 de instalaciones.

Instalación de un ascensor eléctrico adaptado para minusválidos conectado a sistema eléctrico autónomo (grupo electrógeno situado en planta cubierta)

Este ascensor se empleará también durante el proceso de obra.

Puertas automáticas: 2 hojas de acero inoxidable, apertura lateral telescópica, embarque único

Cuarto de máquinas: sobre el recinto del ascensor en planta 24

Sistema automático de desplazamiento de cabina a planta baja en caso de emergencia o corte de suministro.

Equipamiento para utilización prioritaria de bomberos según normativa. EN-81.72

3.2 Descripción de los ascensores de las torres T1-T3

Tabla 11 Resumen características Ascensores.

Código del ascensor			A 1.1-A 1.6	P 1.1-P 1.2	F 1.1
Recorrido	Altura		76,05 m	11,05 m	87,55 m
	Paradas		P.B / P.22 22 paradas	S.-3 / P.B 4 paradas	S.-3 / P.22 26 paradas
Características.	Velocidad		4,00 m/s	1,00 m/s	2,50 m/s
	Capacidad		1600 kg	1350 kg	2000 kg
Hueco	Horiz.	Ancho	855 cm	570 cm	230 cm
		Prof.	250 cm	270 cm	325 cm
	Dist.Seguridad		6,40 m	4,20 m	6,40 m
	Vert.	Ancho	140 cm	130 cm	150 cm
		Alto	240 cm	240 cm	260 cm
	Foso	Prof.	450 cm	160 cm	250 cm
Cabina	Dim.	Ancho	210 cm	170 cm	1,40 cm
		Prof.	160 cm	165 c m	280 cm
		Alto	250 cm	250 cm	280 cm
	Puerta	Ancho	120 cm	110 cm	130 cm
		Alto	230 cm	230 cm	250 cm
Cuarto máquinas	Ubicación		Sobre hueco	Sobre hueco	Sob.hueco
	Dim.	Ancho	949 cm	270/552 cm	230/400 cm
		Prof	887 cm	295/570 cm	300/570 cm
		Alto	320 cm	237/322 cm	320 cm
Unidades			6(3x2)	2(2x1)	1

A continuación se muestra la situación de los ascensores en la planta de la torre T1. En azul el grupo de 6 ascensores de público, situados en la parte central del núcleo. En verde, los dos ascensores que comunican las dos plantas de aparcamiento con el acceso principal del edificio. Y por último, en rojo, el ascensor de servicio, y para uso exclusivo de bomberos en caso de emergencia.

En la figura a continuación, se muestran los datos de los ascensores de público y servicio, especificando por piso, la altura entre plantas y la población.

3.2 Descripción de los ascensores de las torres T1-T3

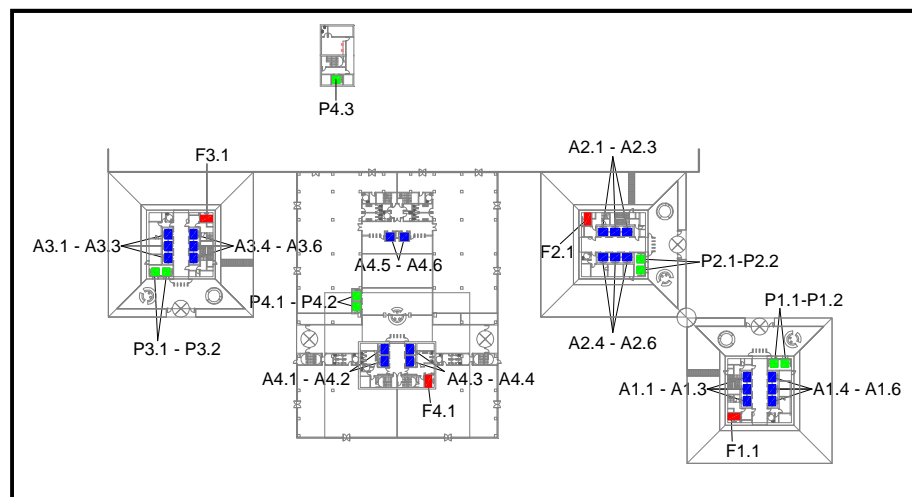


Figura 35 Situación de los ascensores en planta de la torre T1

Planta	Uso	f to f	NIA ¹⁾	A1.1	A1.2	A1.3	A1.4	A1.5	A1.6	F1.1
				Cuarto de maquinas						CDM
21	Oficinas	3,63	900	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶
20	Oficinas	3,63	900	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶
19	Oficinas	3,63	900	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶
18	Oficinas	3,63	900	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶
17	Oficinas	3,63	900	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶
16	Oficinas	3,63	900	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶
15	Oficinas	3,63	900	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶
14	Oficinas	3,63	900	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶
13	Oficinas	3,63	900	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶
12	Oficinas	3,63	900	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶
11	Oficinas	3,63	900	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶
10	Oficinas	3,63	900	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶
9	Oficinas	3,63	900	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶
8	Oficinas	3,63	900	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶
7	Oficinas	3,63	900	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶
6	Oficinas	3,63	900	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶
5	Oficinas	3,63	900	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶
4	Oficinas	3,63	900	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶
3	Oficinas	3,63	900	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶
2	Planta	3,63	0	I	I	I	I	I	I	▶
1	Planta	3,63	0	I	I	I	I	I	I	▶
0	Vestibulo/ acceso	3,63	0	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶
-1	Aparcamiento	4,5		F	F	F	F	F	F	▶
-2	Aparcamiento	3								▶
-3	Aparcamiento	3								▶
		76	17100							F

Leyenda	
▶	Parada con un acceso
▶▶	Parada con dos accesos
NIA	Superficie útil
CDM	Cuarto de maquina
F	Foso
I	Sin parada/ reserva superior

Características	A1.1	A1.2	A1.3	A1.4	A1.5	A1.6	F1.1
Velocidad (m/s)	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	2,5
carga útil (kg)	1600	1600	1600	1600	1600	1600	2000
Ancho de puerta(m), c	1,2 c	1,2 c	1,2 c	1,2 c	1,2 c	1,2 c	1,3 t

Figura 36 Características de las plantas y los ascensores de la torre T1

3.3 Cumplimiento legislación y normativa vigente

Se deberá cumplir la legislación y normativa vigente en materia de ascensores y, en particular, las normas que se relacionan a continuación, en su versión actual, sin que esta relación tenga carácter limitativo o exclusivo alguno:

3.3.1 Cumplimiento Código Técnico de la Edificación (CTE)

El proyecto tiene que cumplir con el Código Técnico de la edificación (CTE). A continuación desarrollamos aquellos puntos en los que el CTE afecta al proyecto del tráfico vertical del edificio.

- DB-SE-SEGURIDAD ESTRUCTURAL

Todos los perfiles estructurales necesarios para el montaje y funcionamiento del ascensor correrán a cargo del industrial y cumplirán la normativa vigente.

- DB-SI- SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO

Tabla 12 Seguridad en caso de incendio de los ascensores del proyecto

Ascensor	Sectores que atraviesan	Resistencia al fuego de la caja ⁽¹⁾		Vestíbulo de independencia		Puerta	
		CTE	Proyecto	CTE	Proyecto	CTE	Proyecto
Ascensor núcleo ext	1	EI-120	EI-120	Sí	Sí	E-30	E-30

(1) Las condiciones de resistencia al fuego de la caja del ascensor dependen de si delimitan sectores de incendio y están contenidos o no en recintos de escaleras protegidas, tal como establece el apartado 1.4 de esta Sección.

Los elementos constructivos deberán cumplir las condiciones de reacción al fuego que se establecen en la tabla a continuación:

Tabla 13 Reacción al fuego de los ascensores del proyecto

Situación del elemento	Revestimiento			
	De techos y paredes		De suelos	
	CTE	Proyecto	CTE	Proyecto
Zonas comunes del edificio	C-s2,d0	C-s2,d0	E _{FL}	E _{FL}

- DB-SU- SEGURIDAD DE UTILIZACIÓN

- DB-SU-1. Seguridad ante el Riesgo de caídas
 - DB-SI-1.1. Resbaladicidad de los suelos
El pavimento tendrá un grado de resbaladicidad >1 según la norma UNE ENV 12633:2003 para zonas interiores secas con pendiente $< 6\%$.
 - DB-SI-1.2. Discontinuidades en el pavimento
El suelo no presentará imperfecciones o irregularidades que supongan riesgo de caídas como consecuencia de obstáculos (diferencia de nivel < 6 mm)
- DB-SU-2. Seguridad frente al riesgo de impacto o de atrapamiento.
 - DB-SU-2-1. Impacto
 - DB-SU-2-1.1. Impacto con elementos fijos

Tabla 14 Altura libre de paso en zonas de circulación de los ascensores del proyecto

Altura libre de paso en zonas de circulación	CTE	Proyecto
uso restringido	≥ 2.100 mm	No procede
resto de zonas	≥ 2.200 mm	≥ 2.500 mm
Altura libre en umbrales de puertas	≥ 2.000 mm	2.300 mm

- DB-SU-2-1.2. Impacto con elementos practicables: No es de aplicación en el proyecto de tráfico vertical.
- DB-SU-2-1.3. Impacto con elementos frágiles

Tabla 15 resistencia al impacto con elementos frágiles de los ascensores

Superficie acristaladas situadas en áreas con riesgo de impacto sin barrera de protección	Norma: (UNE EN 2600:2003)
resto de casos	resistencia al impacto nivel 3

- DB-SU-2-1. Atrapamiento
Los elementos de apertura y cierre automáticos dispondrán de célula fotoeléctrica de seguridad.

3.3.2 Otras normativas

Normativa urbanística

- Normativa Urbanística del Ayuntamiento en que radica la Obra y aquella específica que pueda regular en particular la parcela en que radica este Proyecto.

Normativa sobre Accesibilidad

- Llei 20/191, de 25 de novembre, de promoció de l'accessibilitat i de supressió de barreres arquitectòniques
- Decret 135/1995, de 24 de març, de desplegament de la Llei 20/191, de 25 de novembre, de promoció de l'accessibilitat i de supressió de barreres arquitectòniques, i d'aprovació del Codi d'accessibilitat

Ascensores de público A1.1, A1.2, A1.3, A1.4, A1.5, A1.6

Tabla 16 Dimensiones accesibilidad ascensores A1.1-A1.6 del proyecto

Dimensiones A1.1-A.1.6		Norma	Proyecto
Cabina	Superficie	>1,40m ²	3,36 m ²
	Ancho	> 1,00 m	2,10 m
	Profundidad	>1,40m	1,60 m
Puertas	Ancho	> 0,80 m	1,20 m
	Espacio de acceso	Ø 1,50 m	> Ø 1,50 m

Ascensores de aparcamiento P1.1, P1.2

Tabla 17 Dimensiones accesibilidad ascensores P1.1-P1.2 del proyecto

Dimensiones P1.1- P1.2		Norma	Proyecto
Cabina	Superficie	>1,40m ²	2.805 m ²
	Ancho	> 1,00 m	1.70 m
	Profundidad	>1,40m	1,65 m
Puertas	Ancho	> 0,80 m	1,10 m
	Espacio de acceso	Ø 1,50 m	> Ø 1,50 m

Ascensor de Servicio / Ascensor de Bomberos F1.1

Tabla 18 Dimensiones accesibilidad ascensor F1.1 del proyecto

Dimensiones F1.1		Norma	Proyecto
Cabina	Superficie	>1,40m ²	3.18 m ²
	Ancho	> 1,00 m	1.30 m
	Profundidad	>1,40m	2.45 m
Puertas	Ancho	> 0,80 m	1.30 m
	Espacio de acceso	Ø 1,50 m	> Ø 1,50 m

- Llei 5/2006, de 10 de maig, del Llibre Cinqué del Cosí Civil de Catalunya, relatiu als drets reals.

Normativa General sobre Seguridad y Calidad de los Edificios y sus Instalaciones

- Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Ministerio de Vivienda.

Normativa sobre Ascensores del Gobierno Central:

- Real Decreto 2291/1995 de 8 de noviembre que aprueba el Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención.
- Orden del Ministerio de Industria y Energía de 23 de septiembre de 1987 por el cual se modifica la Instrucción Técnica Complementaria MIE-AEM-1 del Reglamento de Aparatos de Elevación y manutención referente a ascensores electromecánicos.
- Directiva 95/16/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 29 de junio de 1995 relativa a ascensores.
- Real Decreto 1314/97 de 1 de agosto que transpone la Directiva 95/16/CE
- Normas UNE-58.705-86 y 58.717-89, correspondientes a EN-81-1 y EN-81-2

Capítulo 4

Estudio transporte vertical de la obra

4.1 Estudio de tráfico vertical

4.1.1 Introducción

En el siguiente capítulo desarrollaremos el estudio de tráfico vertical para el edificio del proyecto. Como se ha comentado anteriormente, como las tres torres correspondientes al proyecto, son iguales, sólo vamos a estudiar la torre T1 y el resultado será extensible a las otras dos torres.

Para comenzar, como comentamos en el segundo capítulo, para realizar un estudio de tráfico, se necesitan los siguientes datos del edificio:

- Tipo y uso del edificio
- Número de plantas
- Población por planta
- Distancia entre pisos y recorrido total
- Situación de la planta principal...

Con estos datos, se calcularán los parámetros del estudio de tráfico vertical que son la capacidad de carga, el intervalo y el tiempo de viajes y comprobaremos que satisfacen los valores recomendados para un edificio de oficinas.

Vamos a realizar dicho estudio de tráfico para estas dos opciones:

- Maniobra colectiva-selectiva
- Maniobra de Control de Destino (DCS)

Y compararemos las diferencias en tiempos de viajes y factores de carga resultantes de utilizar cada una de las opciones.

A continuación en la tabla, se muestra un resumen con las características del edificio de la torre 1, el tipo de oficinas que son y los datos generales sobre la población.

Tabla 19 Resumen torre T1

Tipo de edificio:	Oficinas, un solo inquilino, horario flexible de trabajo	
Plantas pobladas:	Plantas pobladas	3-21
	Número de plantas pobladas	19
	Población total	1121
Plantas con accesos exterior	Nº plantas de acceso	0
	Plantas con accesos	1
Totales	Número de plantas	22
	Recorrido total (m)	76.23
	Altura de piso media (m)	3.63

En la siguiente tabla se muestran los datos de población del edificio

Tabla 20 Datos y población de la torre T1

Piso	Altura (m)	Recorrido(h) (m)	Población	Acceso %	1	2	3	4	5	6
21	3.63	76.23	59	-	D	D	D	D	D	D
20	3.63	72.6	59	-	D	D	D	D	D	D
19	3.63	68.97	59	-	D	D	D	D	D	D
18	3.63	65.34	59	-	D	D	D	D	D	D
17	3.63	61.71	59	-	D	D	D	D	D	D
16	3.63	58.08	59	-	D	D	D	D	D	D
15	3.63	54.45	59	-	D	D	D	D	D	D
14	3.63	50.82	59	-	D	D	D	D	D	D
13	3.63	47.19	59	-	D	D	D	D	D	D
12	3.63	43.56	59	-	D	D	D	D	D	D
11	3.63	39.93	59	-	D	D	D	D	D	D
10	3.63	36.3	59	-	D	D	D	D	D	D
9	3.63	32.67	59	-	D	D	D	D	D	D
8	3.63	29.04	59	-	D	D	D	D	D	D
7	3.63	25.41	59	-	D	D	D	D	D	D
6	3.63	21.78	59	-	D	D	D	D	D	D
5	3.63	18.15	59	-	D	D	D	D	D	D
4	3.63	14.52	59	-	D	D	D	D	D	D
3	3.63	10.89	59	-	D	D	D	D	D	D
2	3.63	7.26	0	-						
1	3.63	3.63	0	-						
0	3.63	0	0	100	MD	MD	MD	MD	MD	MD

M = planta principal, D = planta con DOP

4.1.2 Estudio tráfico vertical del proyecto

Con los datos proporcionados por el cliente podemos desarrollar el estudio de tráfico. Para realizar estos cálculos utilizamos el programa de tráfico vertical Trafcal ®

Primero, calcularemos los tiempos nominales de viaje para velocidades entre 0 y 5.5m/s, teniendo en cuenta que el Recorrido total (H) es 76.23m:

$$t = H/v \quad (s)$$

Los valores obtenidos para las diferentes velocidades están representados en el siguiente gráfico:

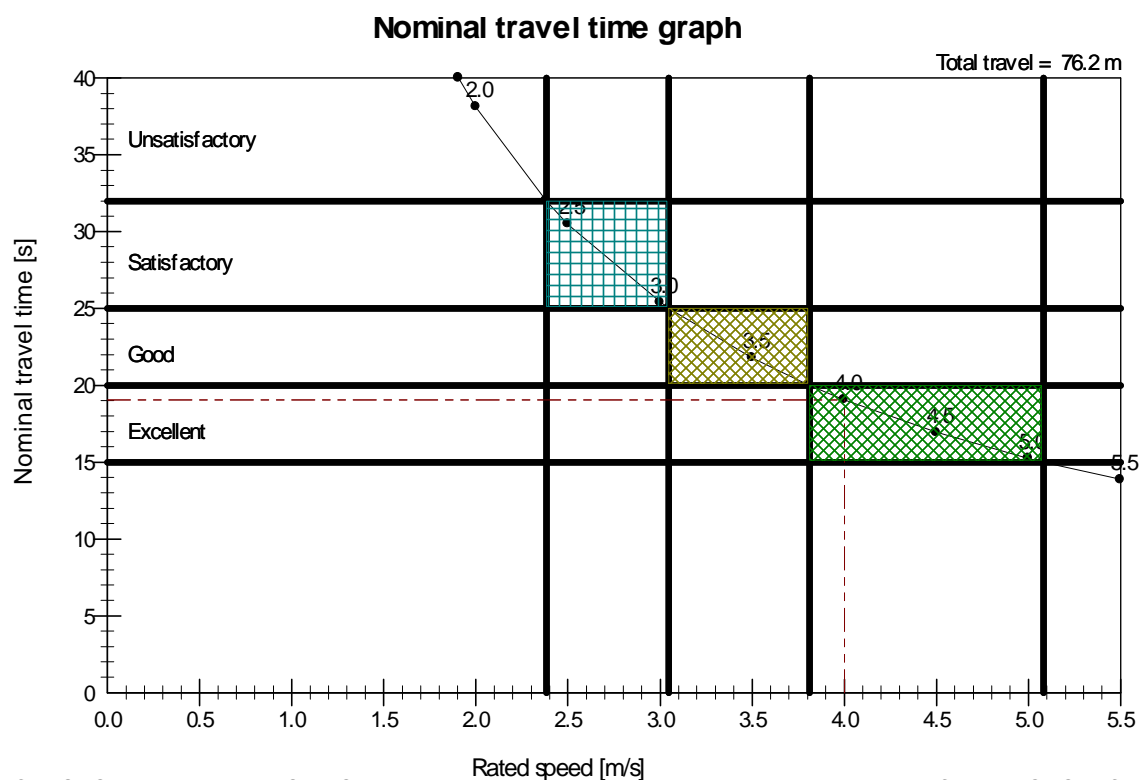


Figura 37 Tiempo nominal de viaje para una velocidad de 4m/s (Trafcal- Noviembre 2010)

Como podemos observar en la gráfica, para un valor de velocidad de 4 m/s, se consiguen un tiempo nominal de viaje de 19.1m/s, que estaría en el rango de excelente, según los parámetros aconsejados para un edificio de oficinas descritos en el capítulo 2.

Tabla 21 Parámetros de tráfico vertical torre T1

Grupo	Número de ascensores	Pisos/paradas	Carga (kg/pers)	Velocidad (m/s)	Tiempo nominal (s)	Recorrido (m)
T1	6	0,3-21 / 20	1600 / 21	4	19.1 (E)	76.23

U = Insatisfactorio, S = Satisfactorio, G = Bueno, E = Excelente

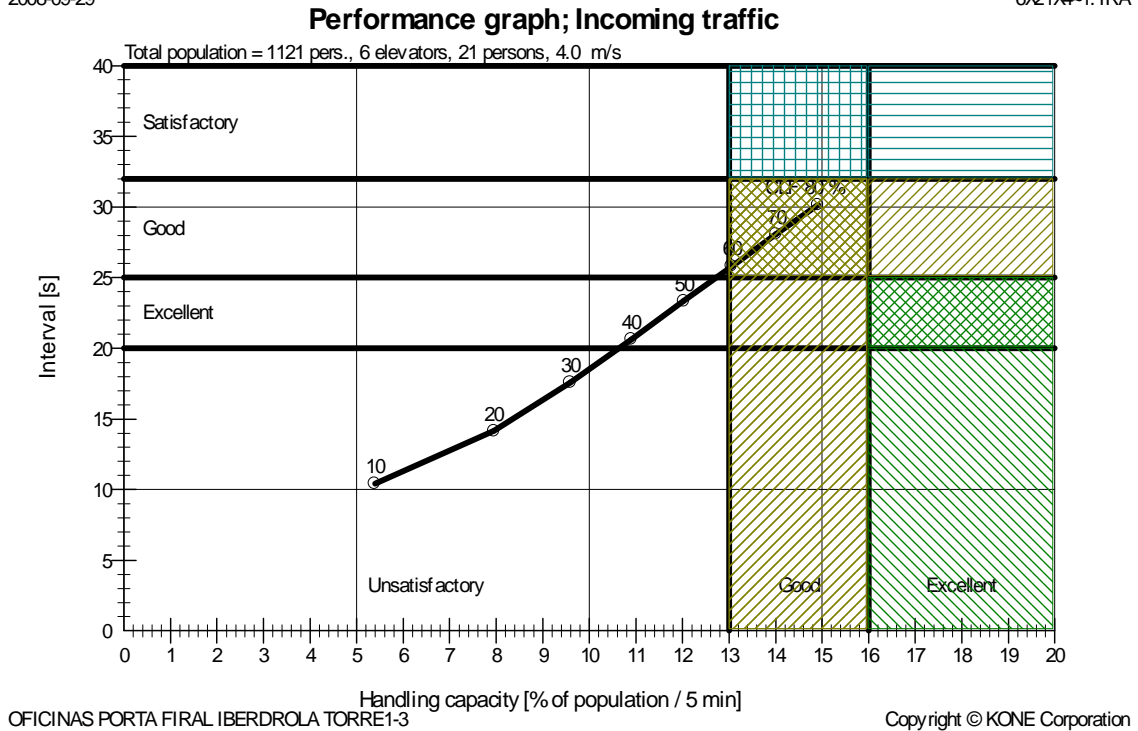
Tabla 22 Parámetros ascensores T1

Grupo de ascensores	T1
Número de ascensores	6
Velocidad (m/s)	4
Aceleración(m/s ²)	1.1
Jerk (m/s ³)	1.8
Start delay (s)	0.7
Distancia pre-apertura puertas (m)	0.15
Velocidad pre-apertura puertas (m/s)	0.3
Car call lockings	1-2
Capacidad	21
Bypass de carga	17
Tiempo apertura de puertas (s)	1.3
Tiempo cierra puertas (s)	2.9
Retraso fotocélula (s)	0.9
Tiempo transferencia (s)	2

A continuación, con el programa de tráfico vertical, Trafcal ®, vamos a calcular el intervalo y capacidad de carga para un factor de carga del 80%:

2008-09-29

6X21X4~1.TRA

**Figura 38 Capacidad de carga para tráfico de entrada (TrafCal Noviembre 2010)****Tabla 23 Parámetros de tráfico vertical para los ascensores de T1**

Grupo	Capacidad de carga		Factor carga	Tiempo ida y vuelta	Intervalo	Población
	(% / 5 min)	(pers. / 5 min)				
T1	14.9 (G)	167	80	181	30.2 (G)	1121

U = Insatisfactorio, S = Satisfactorio, G = Bueno, E = Excelente

Vamos a comparar los resultados obtenidos si utilizamos una maniobra de Control de Destino.

Como se define en el capítulo 2, con la maniobra de control de destino (DCS), los pasajeros introducen su planta de destino directamente en el vestíbulo usando un teclado llamado Panel de Operaciones de Destino (DOP). A continuación la DOP muestra a cada pasajero el ascensor que le corresponde. El sistema de control de destino agrupa a los pasajeros con el mismo piso de destino en el mismo ascensor. Esto reduce el número de paradas del ascensor durante el viaje e incrementa la capacidad de carga. La capacidad de carga es mayor, sobre el 18% de población en cinco minutos

Tabla 24 Parámetros para una maniobra DCS de los ascensores T1

Grupo	Capacidad de Carga		Factor de carga	Población
	(% / 5 min)	(pers. / 5 min)	(%)	(personas)
T1	>20 (E)	>224	66	1121

U = insatisfactorio, S = satisfactorio, G = bueno, E = excelente

A continuación se simula el rendimiento del edificio con un simulador de tráfico, comparando la maniobra de control de destino (DCS) frente a una maniobra colectiva convencional (TMS9000). Se va incrementando la intensidad de tráfico en cada paso. Cada paso en el que se hace la simulación es de media hora y se calculan el tiempo medio de espera (AWT) y los tiempos de destino (ATD). Los valores al lado de la curva muestran el factor de carga media en cabina (CLF) por cabina en cada paso. La capacidad de carga está determinada por la intensidad de tráfico. Donde CLF alcanza el 80%. Si AWT es inferior a 60s, y ATD se mantiene por debajo de 120s, se considera un nivel de servicio aceptable.

Primero vamos a realizar el estudio con las llegadas en hora punta y luego con un tráfico mixto. Se considera un tráfico mixto, compuesto con un 40% de entrada, 40% de salida y 20% entre plantas.

Tabla 25 Tiempos de destino, espera y factor de carga para los dos tipos de maniobra con tráfico de entrada

Ratio de llegadas	Tiempo a destino (s)		Tiempo de espera (s)		Factor de carga (%)	
	Convencional	DCS	Convencional	DCS	Convencional	DCS
4	34	40	1	11	10	11
5	38	40	1	10	13	12
6	44	41	2	10	15	14
7	49	44	2	11	18	15
8	58	47	3	11	22	19
9	63	52	3	13	30	22
10	78	55	8	14	37	27
11	81	58	4	12	41	31
12	88	63	6	15	51	35
13	97	66	10	13	58	43
14	104	70	10	16	71	47
15	103	73	9	16	75	51
16	112	73	14	21	89	47
17	165	74	64	21	94	53
18	-	76	-	25	-	53
19	-	79	-	24	-	58
20	-	82	-	25	-	66

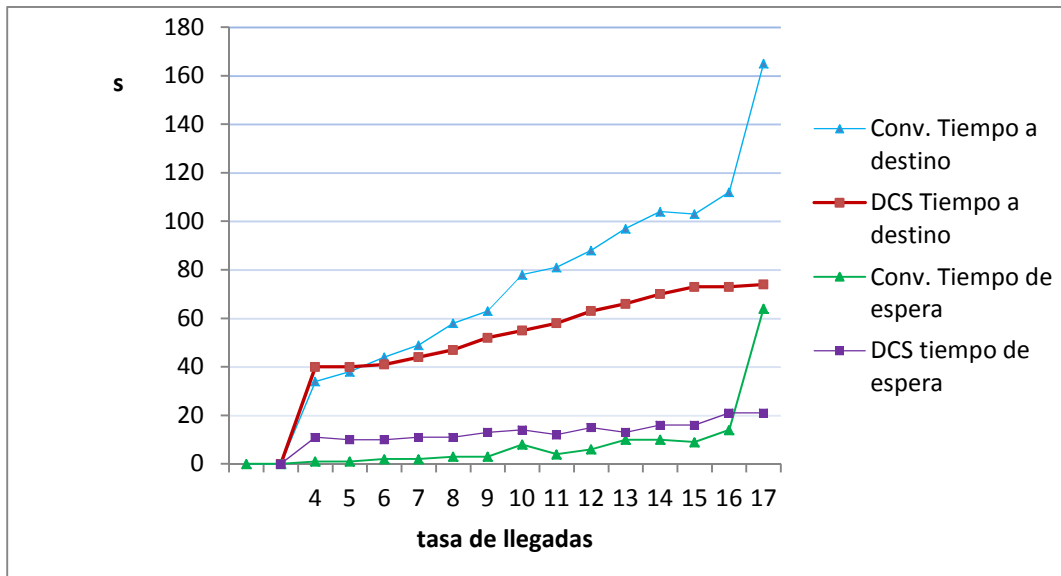


Figura 39 Tiempo a destino y de espera para los dos tipos de maniobra para tráfico de entrada

Como podemos observar los tiempos a destino mejoran considerablemente con una maniobra de control de destino (DCS), sobre todo cuando aumenta la tasa de llegadas, ya que optimiza los viajes para disminuir el número de paradas, repartiendo los pasajeros según sea conveniente.

En cambio los tiempos de espera son prácticamente iguales, incluso para tasas de llegadas bajas, la DCS tiene tiempos de espera mayores ya que separa a los pasajeros según su destino.

A continuación vamos a comparar el factor de carga para los dos tipos de maniobra con tráfico de entrada

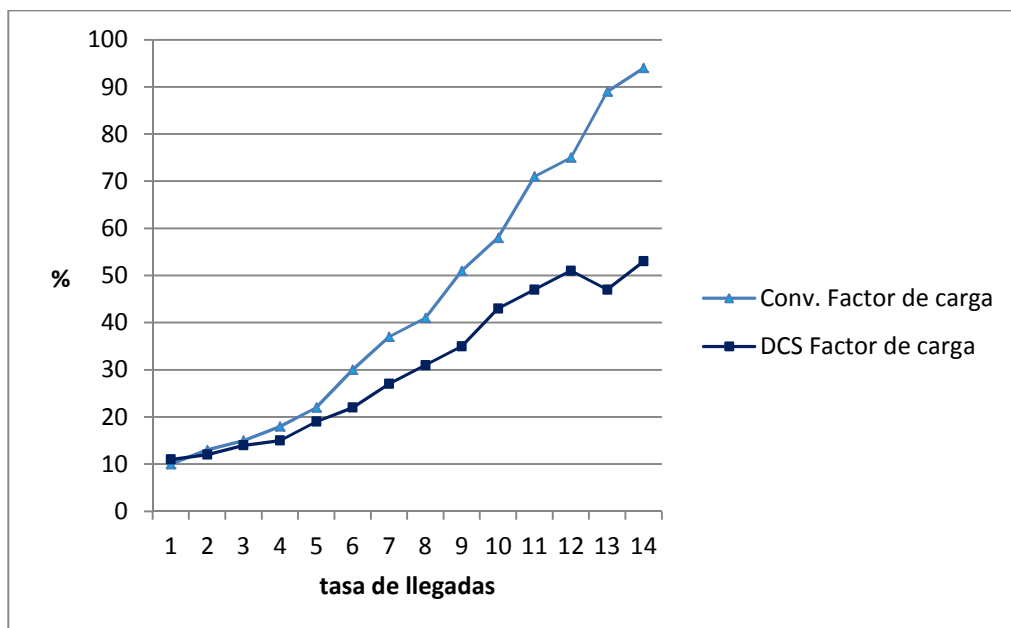


Figura 40 Factor de carga para los dos tipos de maniobra con tráfico de entrada

Como es lógico el factor de carga con una maniobra convencional será mayor que el de una maniobra de control de destino, ya que el pasajero elige el ascensor que está en su planta, en cambio con una DCS el pasajero elige el ascensor marcado en la DOP. Así cuanto mayor es la tasa de llegadas, aumentará más la diferencia entre factor de carga con maniobra convencional que con una maniobra DCS

A continuación vamos a hacer el mismo análisis con un tráfico mixto, que como hemos comentado anteriormente está compuesto con un 40% de entrada, 40% de salida y 20% entre plantas

Tabla 26 Tiempos de destino, espera y factor de carga para los dos tipos de maniobra para tráfico mixto

Ratio de llegadas	Tiempo a destino (s)		Tiempo de espera (s)		Factor de carga (%)	
	Convencional	DCS	Convencional	DCS	Convencional	DCS
4	31	32	7	7	8	9
5	36	38	8	9	9	10
6	39	39	9	8	10	12
7	42	43	9	9	13	14
8	52	52	15	13	15	16
9	57	60	13	15	18	20
10	66	63	19	16	24	23
11	76	72	22	21	29	28
12	76	77	20	21	33	32
13	83	79	21	21	41	39
14	95	92	29	24	51	49
15	102	93	31	35	56	48
16	108	98	34	37	61	50
17	119	104	36	38	69	58

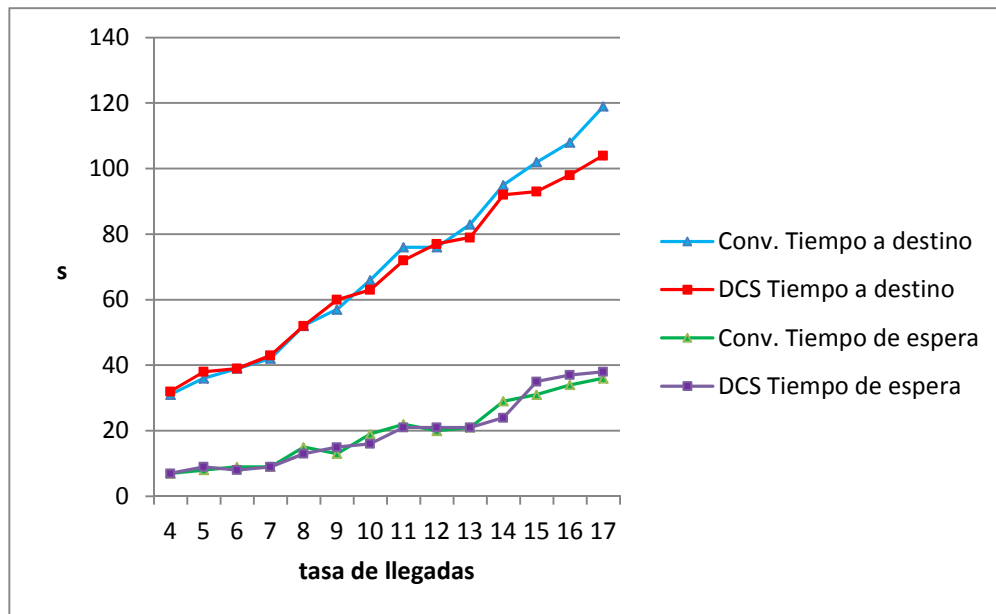


Figura 41 Tiempo de destino y espera con los dos tipos de maniobra para tráfico mixto

A continuación se muestran los datos de factor de carga para la maniobra convencional y la maniobra DCS con un tráfico mixto

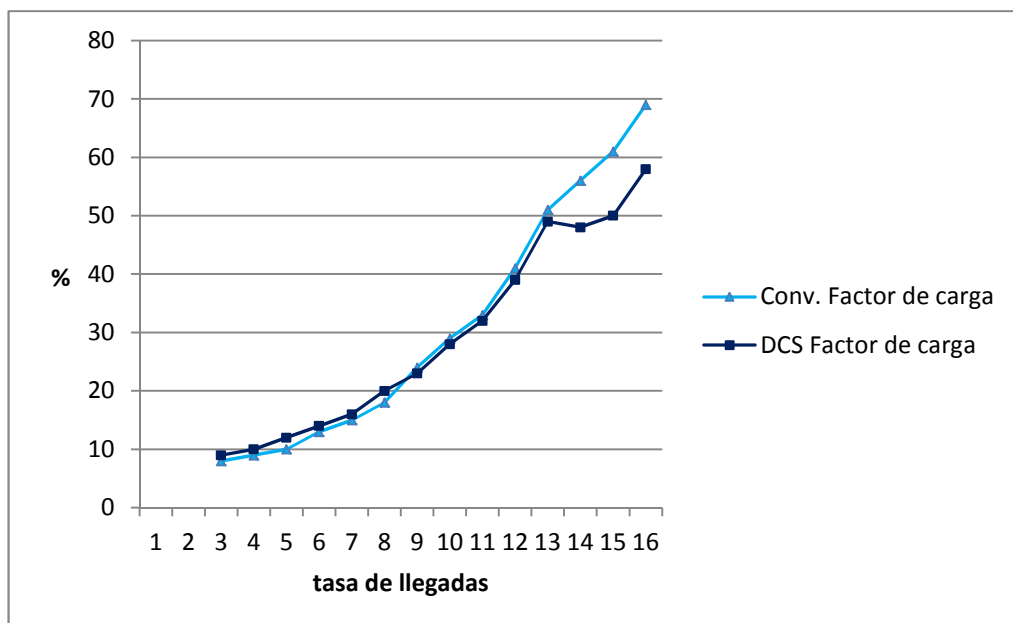


Figura 42 Factor de carga con los dos tipos de maniobra para tráfico mixto

Resumen

En este apartado se ha descrito el estudio de tráfico vertical del proyecto, comparando dos tipos de maniobra de control: convencional (con pulsadores de subir-bajar) y control de destino (DCS). La torre T1 tiene un grupo formado por seis ascensores que sirven a 19 plantas de oficinas. La población estimada es de 1121 personas.

Para la torre T1, la maniobra de control convencional tiene un buen nivel de servicio y la capacidad de carga es suficiente para la población especificada. La comparación entre la maniobra convencional con la DCS nos muestra que no hay diferencias significativas para el nivel de servicio, excepto que la DCS tiene un rendimiento ligeramente mejor en las horas punta y en los picos de tráfico muy intenso.

A continuación se muestran en la siguiente tabla, los tiempos de espera y destino y la capacidad de carga para los ascensores de público, comparando los dos tipos de maniobra.

Tabla 27 Comparación tiempos de espera, destino para los dos tipos de maniobra y los dos tipos de tráfico

Control	Hora punta	Hora punta, 12 % tasa de llegada		Tráfico mixto, 12 % tasa de llegada	
	Cap.carga (%/5 min)	Tiempo espera(s)	Tiempo destino(s)	Tiempo espera(s)	Tiempo destino(s)
Conv.	14.9 (G)	6	88	20	6
DCS	>20 (E)	15	63	21	7

U = insatisfactorio, S = satisfactorio, G = bueno, E = excelente

4.2 Especificaciones técnicas

4.2.1 Sistemas de emergencia y control

En este apartado se describen las características que tienen que cumplir los sistemas de emergencia y control, para satisfacer las necesidades de tráfico vertical del edificio de oficinas, y cumplir con la normativa y legislación vigente descritas en el apartado 2.

- Interrupción en el suministro de corriente. Maniobra de Evacuación de Emergencia

En caso de fallo en el suministro de corriente eléctrica, los ascensores deben volver a la situación de funcionamiento normal inmediatamente después de que el suministro de corriente haya sido restablecido o bien cuando se active el suministro alternativo de corriente. Los ascensores deben recordar su posición anterior y todas las llamadas pendientes deben ser atendidas. Con ese objeto, debe existir una fuente de suministro ininterrumpido de corriente en la maniobra de cada uno de los ascensores. Como norma general, ante un fallo en el suministro de corriente, las cabinas que se encuentren paradas en el nivel de un piso abrirán puertas y permanecerán en dicho piso. Las cabinas que se encuentren entre dos pisos se dirigirán secuencialmente, según la potencia de

la fuente alternativa, a la planta más próxima en el sentido de marcha establecido antes del fallo en el suministro de corriente. Cuando se desencadene esta maniobra, un rótulo con el texto "Por favor, abandonen la cabina cuando se abran las puertas" se iluminará en un display situado en el panel de mando de cabina. En caso de que uno de los ascensores no responda a la actuación de esta maniobra, se saltará en la secuencia de operación y se realizará un segundo intento una vez completada dicha secuencia. En caso de que no responda tampoco en este segundo intento se dejará fuera de servicio.

- Maniobra de emergencia (Bomberos)

Todos los ascensores deben disponer de una maniobra automática de evacuación en caso de incendio, de conformidad con la norma EN 81-73, salvo que las autoridades locales dispongan otra cosa. Los niveles de evacuación deberán ser programables en cualquier momento y en la propia instalación. El algoritmo preliminar de evacuación considerará los siguientes niveles de evacuación.

Tabla 28 Niveles de evacuación en caso de incendio

Ascensor/ Grupo	Nivel de Evacuación Principal
A1.1-A1.6	Planta Baja
F1.1	Planta Baja
P1.1- P1.2	Planta Baja

En caso de que se produzca una alarma de incendio, todos los ascensores deben acudir directamente sin paradas a su nivel de evacuación correspondiente al mismo tiempo y permanecer en ellas en situación de fuera de servicio, con las puertas abiertas. Cuando se desencadene esta maniobra, un rótulo con el texto "Por favor, abandonen la cabina cuando se abran las puertas" se iluminará en un display situado en el panel de mando de cabina. El texto debe ser programable. En caso de fallo simultáneo en el suministro normal de corriente realizarán esta operación en una secuencia predeterminada, en función de la potencia disponible de la fuente de corriente alternativa. En cualquier caso, la maniobra de evacuación tendrá prioridad sobre la maniobra de evacuación de emergencia, descrita en el apartado anterior. Al objeto de asegurar que en esta situación todos los ascensores obedecen esta maniobra, se desactivarán automáticamente los dispositivos de protección de puertas. En caso de que un ascensor continúe su viaje más allá del nivel de evacuación, deberá parar en la parada más próxima a éste, sin abrir puertas, invertir su sentido de marcha y dirigirse luego al nivel de evacuación establecido, en el que abrirá puertas. Las entradas de las señales de alarma a los cuadros de maniobra se producirán de acuerdo organismos de protección civil o contra incendios.

Para los ascensores de bomberos:

En la Planta de Evacuación se dispondrá un interruptor bajo una tapa de vidrio, con la inscripción “USO EXCLUSIVO DE BOMBEROS”. La activación de dicho interruptor (o la señal procedente del Control Remoto, que deberá estar en paralelo con dicho interruptor) provocará la actuación de dicha maniobra.

Una vez se hallen los ascensores en la Planta de Evacuación con puertas abiertas, permanecerán en situación de fuera de servicio. En el panel de mando de cabina (Ascensores F1.1; F2.1; F3.1; F4.1) se dispondrá de un interruptor de llave de tres posiciones (OFF/ESPERA/ON) identificado con el rótulo “USO EXCLUSIVO DE BOMBEROS”. La activación de este pulsador a su posición “ON” por el servicio de bomberos permitirá el uso del mismo por éstos. La llave para el interruptor indicado existirá en dos ejemplares, el primero dentro de la tapa de vidrio del interruptor y un segundo ejemplar en el mostrador de Recepción situado en la planta de evacuación. La activación y funcionamiento de esta maniobra quedará convenientemente señalizada en el propio cuadro de maniobra.

- Dispositivo de evacuación

Ante cualquier situación extrema de emergencia, deberá resultar posible activar la Maniobra de Emergencia manualmente. Con este objeto, se dispondrán los correspondientes interruptores de llave, actuando en paralelo, tanto en la Sala de Control como en el mostrador de Recepción del edificio

- Intercomunicación y telealarma

El equipo de intercomunicación de emergencia será conforme a la norma EN 81-28 y demás legislación vigente en España, tanto estatal, como autonómica y local.

El sistema estará compuesto por intercomunicadores bidireccionales instalados en las cabinas de los ascensores, techos de las mismas y fosos, cuartos de máquinas y Central de Control del edificio o servicio del edificio que cumpla una función equivalente, como por ejemplo la Recepción del mismo, así como por las fuentes de alimentación pertinentes de recarga automática, capaces de mantener operativo el sistema durante al menos 2 horas.

En el caso de ascensores sin cuarto de máquinas, el sistema de intercomunicación correspondiente a éste se instalará en el cuadro de maniobra del ascensor.

El sistema de intercomunicación tendrá adicionalmente la función de telealarma. Mediante esta función, si al cabo de un cierto tiempo preprogramado no es atendida la llamada en el aparato del Centro de Control del edificio o servicio equivalente, ésta será dirigida a través de la red telefónica hacia una Central de Recepción de Llamadas, operativa durante las 24 horas de los 365 días del año. Existirán, además del número de teléfono principal otros dos números de teléfono preprogramados hacia los que se dirigirá la llamada consecutivamente en caso de que no fuera atendida por el número de teléfono principal.

El aparato de cabina consistirá esencialmente en un intercomunicador

empotrado y oculto en el panel de mando y señalización de cabina. Al accionar el pulsador de emergencia del mismo se podrá establecer la correspondiente comunicación con las terminales indicadas anteriormente, de acuerdo con la secuencia también indicada.

El aparato de techo de cabina consistirá esencialmente en un intercomunicador en caja de acero que tendrá la misma funcionalidad que el de interior de cabina. El aparato del Centro de Control o Sala de Seguridad del edificio, o servicio del mismo equivalente, se integrará en el Sistema Control Centralizado, en caso de que éste se instale. Constará de teléfono, indicadores luminosos de procedencia de las llamadas y pulsadores de conexión de llamadas para cada una de las cabinas y de las restantes terminales. El sistema permitirá la conexión con la cabina desde el Centro de Control y el cuarto de máquinas o cuadro de maniobra, en el caso de ascensores sin cuarto de máquinas, sin que las comunicaciones puedan ser escuchadas desde otras terminales. La comunicación debe ser clara y libre de ruidos de fondo. Los micrófonos serán a prueba de choques y sacudidas. Volumen ajustable continuamente de los amplificadores de micrófonos y altavoces. Diseño de los paneles de mando de acuerdo con la decisión de la Propiedad y en consonancia con otros paneles de mando. El conexionado entre el Centro de Control del edificio o servicio equivalente, cuarto de máquinas y cabinas mediante cable telefónico apantallado.

- Sistema remoto de alarma para Bomberos

Se dispondrá de un sistema independiente de alarma para la Central de Bomberos, asignado al edificio o a una Central de Alarmas del mismo si existe. Las características del mismo estarán de acuerdo con los requerimientos del citado departamento de bomberos. El equipamiento y calidad de este equipo será análogo al correspondiente a la Central de Alarmas del edificio.

- Panel de monitorización para Bomberos

Se suministrará un panel de monitorización para el servicio de bomberos con las indicaciones que se citan a continuación:

- Señalizaciones/indicadores
 - Posición del ascensor
 - Identificación del ascensor (resaltada)
 - Servicio normal “on/off”
 - Indicación de fallo colectivo
 - Evacuación “on/off”
 - Servicio exclusivo de bomberos “on/off” para los ascensores F1
- Funciones
 - Llave común para la maniobra de evacuación de emergencia simultánea de todos los ascensores, con posiciones “on/off”.
 - Llave para la maniobra de evacuación de emergencia aislada de cada uno de los ascensores, con posiciones “on/off”.
 - Pulsador “test/control” para los LEDs
 - Altavoz y micrófono para el sistema de intercomunicación de bomberos

La indicación de “fallo” se mantendrá iluminada hasta que el fallo haya sido subsanado o hasta que el ascensor se haya puesto fuera de servicio.

El indicador de posición y el de estado “on” y “off” deben ser corregidos cada vez que se produzca un fallo de corriente.

Se suministrará una batería de emergencia, capaz de mantener el sistema operativo como mínimo durante 90 minutos después de un fallo de corriente.

Todas las señalizaciones y lámparas deben ser dispuestas en forma de LEDs

El panel de monitorización debe ser realizado a base de chapa de acero inoxidable satinado para ser integrado en un mostrador según elección del Cliente.

- Dispositivo de anuncio de emergencias del edificio

Cada cabina debe disponer de un altavoz integrado en la misma, para el dispositivo de anuncio de emergencias. Se instalará en el falso techo o en el panel de mando de cabina.

El sistema de diagnóstico y monitorización de los ascensores estará compuesto de:

- Un PC de la generación más reciente, tal como por ejemplo el “Dell Precision 690 Workstation” u otro comparable.
- MS Windows professional XP
- Disco duro de 120 GB
- Controlador DVD/DVDRW
- Modem de alta velocidad
- 8 x USB
- Pantalla plana de color de 21”
- Teclado
- Impresora láser de color, formato A4
- UPS (60 minutos)

Las funciones a prestar por dicho sistema serán, al menos, las siguientes:

- Posición del ascensor
- Sentido de marcha
- Estado de las puertas: abiertas/cerradas
- Dispositivo de protección de puertas interrumpido
- Modos de operación del ascensor: mantenimiento, limpieza, evacuación, servicio de bomberos, VIP, etc.
- Activación de la señal acústica de alarma
- Llamadas activas
- Nivelación en planta dentro de una tolerancia de 5 mm: sí/no
- Horas de servicio
- Número de viajes del ascensor

El análisis de tráfico cumplirá con las siguientes funciones:

- Captura de los datos de tráfico de los ascensores dentro de un lapso de tiempo ajustable (número de viajes de cada ascensor, número de paradas, número de paradas en cada planta servida, número de llamadas de piso, etc.)

- Estadística de evaluación de los parámetros de tráfico (número de llamadas en cada período de tiempo, número de viajes en cada período, tiempos de espera medios y tiempos de espera para cada planta, tiempo de viaje hasta destino, etc.)

Diagnóstico/Interacción:

- Indicación de las averías en formato de texto (memorizando como mínimo 128 averías)
- Introducción y cancelación de órdenes de viaje y modos de operación especiales
- Enclavamiento de puertas de piso
- Cambios de los parámetros de funcionamiento del ascensor (tiempos de puertas, plantas de estacionamiento, tiempo de estacionamiento, etc.)
- Cambio de los códigos para el servicio independiente
- Activación/desactivación de la señal acústica de llegada a planta y sistema de anuncio para personas visualmente discapacitadas

Deberá implantarse el control remoto del sistema de monitorización, mediante el modem de alta velocidad y la red telefónica.

La programación del sistema en el mismo edificio deberá resultar tan fácil como posible.

El ordenador estará conectado con la maniobra de cada ascensor mediante una red informática redundante.

El fallo de una de las líneas de conexión se mostrará en el ordenador.

Se asegurará la transmisión ininterrumpida de las informaciones, incluso en caso de avería o de la puesta fuera de servicio de una de las maniobras de los ascensores.

- **Interface con la Central de Control**

Se suministrará, instalará y conectionará a su cargo, incluyendo todo el cableado y el aparellaje eléctrico de protección necesario, un cuadro de interface del Sistema de Monitorización con la Central de Control del edificio, para el intercambio de todas las señales relevantes entre ambos sistemas y, como mínimo:

- Sistema remoto de alarma del ascensor, incluida la UPS necesaria
- Alarma de incendios (maniobra de evacuación de emergencia)
- Lector de tarjetas si se requiere

Para facilitar las simulaciones, en el cuadro citado se instalarán pulsadores manuales para cada uno de los tipos de evacuación. Este cuadro se instalará en el cuarto de máquinas del grupo de los ascensores principales.

4.2.2 Características e instalaciones del hueco

El hueco será de hormigón armado o ladrillo con resistencia al fuego RF120.

- **Instalaciones en el hueco**

Las guías de la cabina y contrapeso han de ser mecanizadas y fijadas por medio de los correspondientes elementos de fijación. Por ejemplo, Monteferro tipo “high”. Máxima desviación respecto de la línea recta de 1 mm por cada longitud de 5 m, para las guías de cabina y contrapeso.

Perfiles mínimos de las guías:

- Para los ascensores principales y de bomberos:
T140-2/ BE para las guías de la cabina
T127-1/ BE para las guías de contrapeso
- Para el ascensor de aparcamiento
T127-1/ BE para las guías de la cabina
T89/ BW para las guías de contrapeso

Las guías deberán ser fijadas por medio de “Elementos de Fijación de Guías” diseñadas especialmente al efecto. Las guías deberán ser fijadas a las paredes del recinto a distancias verticales máximas de una altura de planta (máxima 3,7 m) con elementos especiales previamente aprobados.

Estos elementos constarán de las siguientes piezas:

- Palomilla ajustable fijada definitivamente después de la alineación de las guías
- Bridas con abrazaderas de extremos redondeados. Las abrazaderas deberán permitir el desplazamiento vertical de las guías.

Los ajustes según los ejes horizontales (X-X e Y-Y) se realizarán mediante ranuras inclinadas practicadas en las palomillas y los correspondientes tornillos de fijación.

La unión de dos tramos consecutivos de guías se realizará de tal modo que no resulte apreciable cuando la cabina pase por ella. El momento de inercia de la placa de empalme ha de ser como mínimo igual al de las guías (I_x).

La máxima desviación admisible en el calibre de las guías será de $\pm 0,5$ mm.

Las guías de cabina y contrapeso se conectarán al sistema de puesta a tierra del edificio, según NTE-IEP en el foso y en la reserva del hueco.

Estructura metálica:

Se incluye en el presente paquete toda la estructura metálica necesaria para soporte y anclaje de los elementos de ascensores como:

- Vigas de acero de separación de hueco, a base de perfiles laminados en caliente de la ala ancha (HEB 150) Dispuestas al nivel de cada planta, para la fijación de las guías. Estas vigas de separación se

fijarán por la parte posterior a la pared del hueco de hormigón, mediante placa de anclaje de acero y tacos metálicos de expansión. Por la parte anterior del frente de ascensores, las vigas de separación se fijarán en el forjado del piso, de la misma manera

- Montante vertical entre las plantas para el apoyo de las vigas horizontales para los dinteles de puertas de piso, compuestos por tubo estructural de 120mm x 120mm y con un espesor mínimo de 6,5 mm. Estos perfiles se fijarán a cada forjado de hormigón mediante placa de anclaje de acero y tacos metálicos de expansión
- Vigas horizontales para soporte de dintel de las puertas de piso. El perfil correspondiente estará dimensionado de acuerdo con los esfuerzos a soportar por la puerta de piso. Dicho dintel se fijará al muro de hormigón lateral y a los montantes verticales intermedios de acero.

- **Recorrido superior de seguridad**

Todos los componentes deben instalarse debidamente aislados contra la transmisión de vibraciones al hueco y a la estructura del edificio

- **Foso**

Los amortiguadores de disipación de energía descansarán sobre pedestales de acero, bajo la proyección de la cabina y del contrapeso. Aportando el certificado de examen CE y del certificado de conformidad CE

El cableado del mismo hasta la canaleta de instalación eléctrica de hueco, será bajo tubo rígido de acero galvanizado.

Los paneles de protección de los contrapesos y la separación de los huecos deben ser realizados a base de chapa de acero galvanizada en caliente y según la norma EN 81-1

Se instalará una toma de corriente independiente de dos polos más tierra de 240 V y 13 A

Se instalará un interruptor para la iluminación de hueco

Se instalará una escalera de acceso al foso. En caso necesario por la altura del foso, se suministrará e instalará en el mismo una plataforma de mantenimiento, conforme a la normativa en vigor.

- **Instalaciones eléctricas en el hueco**

Todas las instalaciones eléctricas discurrirán por el hueco bajo tubos o canaletas realizados en base a chapa de acero galvanizado en caliente y fijados a las paredes del hueco también con accesorios de acero galvanizado.

Los cables flexibles de maniobra deben disponer de un número de hilos de reserva de al menos 10% de los inicialmente necesarios, para futuras necesidades.

- **Codificación de hueco**

La posición de la cabina debe ser controlada en cada nivel de parada. Después de un fallo del suministro de corriente eléctrica o cualquier otra interrupción (circuito de seguridad, interruptor principal, etc.) la información relativa a la posición de la cabina debe estar disponible inmediatamente, de modo que no resulte necesario un recorrido de posicionamiento.

- **Iluminación de hueco**

La iluminación de hueco se realizará por medio de luminarias cerradas a base de lámparas fluorescentes, de una potencia mínima de 36 W y con una tapa de plástico. La luminaria tendrá una protección de al menos IP 20, siendo obligatoria una protección IP 54 para los ascensores de bomberos. Las lámparas se instalarán en posición vertical en cada nivel de parada, en el foso y en el recorrido superior de seguridad y en cada hueco.

La iluminación de hueco debe poder ser accionada desde el cuadro de maniobra, el foso y el techo de cabina.

- **Protección contra el agua**

Para el ascensor de bombero será necesaria protección contra el agua, del nivel requerido por la reglamentación de Protección Contra Incendios y, como mínimo, de nivel IP 54, de todos los componentes eléctricos e interruptores situados en el interior del recinto, tales por ejemplo, como cerraduras de puertas y fuera del mismo, como pulsadores de piso.

4.2.3 Puertas

- **Puertas de piso**

Las puertas de piso serán conformes a la legislación vigente y dispondrán del Certificado de Resistencia al Fuego especificado por la misma, según se ha comentado en el apartado anterior. Serán del tipo de corredera en sentido horizontal (“one speed”), apertura central, de alto rendimiento, capaces de soportar 800.000 ciclos/año aproximadamente.

Los paneles de las puertas estarán revestidos por chapas de acero inoxidable satinado.

Los paneles de las puertas de piso deben desplazarse suavemente sobre ruedas dotadas de rodamientos precintados y engrasados para toda su vida útil.

El diámetro efectivo de las ruedas y poleas debe ser como mínimo de 80 mm.

Las guías han de ser de acero mecanizado.

El tipo de sistema automático de cierre debe ser de contrapeso.

Para los ascensores de bomberos, las cerraduras y contactos de puertas tendrán una protección mínima de IP 54

- **Pisaderas y faldón de puertas de piso**

Las pisaderas serán antideslizantes y realizadas mediante perfiles desmontables de acero inoxidable. Los perfiles quedarán situados exactamente en la proyección de los paneles de las puertas de piso, de modo que resulten invisibles cuando las puertas estén cerradas. La longitud de las pisaderas corresponderá exactamente a la anchura del hueco.

Las pisaderas y su estructura de soporte deberán ser capaces de soportar el tránsito de una carretilla con ruedas, siendo la reacción de cada rueda equivalente al 40% de la carga nominal del ascensor, sin que se produzca una deformación permanente de la pisadera.

El faldón de protección de las puertas de piso será de chapa de acero galvanizada en caliente con un espesor de mínimo 1,5 mm y fijada con tornillos a las pisaderas de las puertas de piso.

- **Montaje de las puertas de piso**

Las puertas de piso se montarán voladas en el interior del hueco y fijadas mediante tornillos previamente aprobados.

Se instalarán paneles verticales de protección entre cada dos puertas de piso consecutivas cuando la separación entre las paredes del hueco y la pisadera de la cabina exceda de 150 mm. Estos paneles se realizarán a base de chapa de acero galvanizada en caliente con un espesor de mínimo 1,5 mm.

El carenado que cubra el saliente de la puerta de piso respecto de la pared del hueco se realizará a base de chapa de acero galvanizada en caliente y de la forma que exija el certificado de resistencia al fuego de las puertas.

Los elementos de suspensión de las puertas de piso deberán ser ajustables dentro de ciertas tolerancias en todas las direcciones.

- **Embocaduras de piso**

Se montarán según las definiciones del proyecto de Arquitectura.

- **Puerta de cabina, operador de puerta y sistema de control**

Puerta de cabina y operador de la misma diseñados para un rendimiento de 800.000 ciclos/año. El fabricante deberá facilitar una certificación que atestigüe el cumplimiento de esta condición.

La puerta de cabina deberá ser del mismo material y diseño que las de piso.

El operador de puerta deberá disponer de un sistema de control del tipo AC VVVF (corriente alterna y variación de voltaje y frecuencia), funcionando en bucle cerrado, con motor síncrono de imanes permanentes. La velocidad de apertura, la de cierre, la aceleración y la deceleración, deben ser magnitudes ajustables separadamente. El tiempo de puertas abiertas debe ser también ajustable en función de las órdenes de cabinas y de las llamadas de piso, para cada uno de los pisos independientemente.

La conexión entre la puerta de cabina y la de piso se realizará mediante una leva retráctil sin holguras.

Se producirá una apertura anticipada de las puertas a su llegada a los pisos dentro de los límites dispuesto al efecto en la normativa vigente.

El dispositivo de protección de puertas será del tipo de cortina de rayos infrarrojos, con al menos 190 rayos, con una zona de detección en 3D. Las puertas iniciarán el cierre un segundo después de que los sensores 3D den la señal de “libre”. Una vez que la puerta haya comenzado a cerrarse, los sensores 3D quedarán inactivados. El dispositivo de protección de puerta actuará en toda la altura libre de la puerta. La zona de reacción del sistema deberá exceder de la distancia de frenado de la puerta.

(Durante la actuación de la Maniobra de Bomberos, el dispositivo de protección de puertas quedará inactivo.)

Si una vez efectuada una orden de cabina determinada, la puerta no se cerrara antes de un lapso de tiempo ajustable entre 0 y 60 s., siendo el tiempo normal de 30 s., se producirá el cierre forzado de la puerta a velocidad reducida, quedando inactivado el dispositivo de protección y produciéndose una señal acústica de esa circunstancia, mediante el correspondiente zumbador.

La cabina deberá acelerar una vez transcurridos 0,5 s. después del cierre de la puerta

El pulsador de cierre de puertas actuará cerrando puertas inmediatamente

El pulsador de apertura de puertas reiniciará ésta mientras permanezca pulsado

El pulsador de apertura de puertas tendrá prioridad sobre el de cierre

Durante la maniobra de reserva de cabina o de servicio independiente, las puertas permanecerán abiertas hasta que se introduzca una orden de cabina.

En el ascensor de bomberos, cuando el servicio exclusivo de bomberos esté activado, las puertas tendrán maniobra especial.

4.2.4 Cabina

- **Estribo y plataforma de cabina**

Estribo de cabina en construcción de acero, para soportar la cabina, la suspensión de las poleas de reenvío de los cables, el paracaídas, el cable flexible de maniobra, etc. Plataforma a base de un marco de acero y una construcción del tipo “sándwich” realizada a base de chapas de acero de 5 mm de espesor y una protección impermeable de 60 mm de espesor, así como una protección absorbente del ruido en el suelo de la cabina.

Los cables de suspensión y el cordón de maniobra no deberán presentar torsiones ni cocas.

Sobre el techo de cabina se instalará la correspondiente maniobra de Inspección, que dispondrá de los siguientes elementos:

- Interruptor giratorio de acción permanente “Puerta abierta – Puerta cerrada” para la inspección del operador de puerta de cabina.
- Conmutador giratorio de dos posiciones: “Normal” e “Inspección”
- Pulsadores de “SUBIDA” y “BAJADA” de acción permanente
- Pulsador de “STOP” del tipo de seta en color rojo
- Pulsador de alarma en color amarillo
- Toma de corriente bipolar de 2 polos más tierra de 240 V y 13 A
- Interruptor de alumbrado del techo de cabina

El alumbrado del techo de cabina consistirá en un punto de luz del tipo fluorescente de bajo consumo montado sobre un soporte articulado, que permita una buena iluminación de la parte anterior del techo de cabina.

El faldón de protección de la puerta de cabina será de chapa de acero galvanizada en caliente con un espesor de mínimo 2,0 mm y fijada con tornillos a las pisaderas de la puerta de cabina incluyendo los refuerzos estructurales necesarios.

- **Cuerpo de cabina**

Las paredes de la cabina se realizarán a base de chapa de acero galvanizada en

caliente, de un espesor mínimo de 1,5 mm.

Chapa absorbente del sonido realizada mediante un revestimiento del exterior de las paredes de la cabina incombustible o por un refuerzo especial de las paredes de la cabina.

La cabina se montará sobre la plataforma por medio de elementos antivibratorios.

- **Decoración de cabina**

Según especificaciones y diseño de Proyecto de Arquitectura.

Panel de mando de cabina empotrado, situado en proximidad a cada acceso de la cabina en chapa de acero inoxidable, rígido y practicable giratorio, con fijaciones no visibles.

Ventilación de la cabina mediante ventiladores de bajo nivel sonoro. Los ventiladores podrán ser activados/ desactivados desde un pulsador luminoso situado en cabina. Las entradas de aire se producirán mediante ranuras invisibles situadas en el zócalo de la cabina.

Escalerilla de evacuación alojada dentro de un armario metálico practicable situado en el interior de la cabina. Escotilla de evacuación en techo de la cabina.

Una segunda escalera de evacuación se dispondrá en una bolsa fijada en el exterior de una de las paredes de la cabina y será accesible desde del propio techo de la misma.

Mantas desmontables, de protección de las paredes de cabina de alta calidad.

Dispositivos de cuelgue y fijación de las mismas situadas en las aristas superiores del interior de la cabina y no visibles.

Suelo de acero inoxidable con acabado antideslizante arenado, con todo el perímetro levantado en forma de cubeta. Espesor mínimo de 5mm.

Ascensores principales

- Revestimiento vertical a base de panelado de chapa lisa de acero inoxidable AISI 316 en los dos laterales acabado “scotch”. Frontal de espejo ahumado de dos piezas
- Falso techo de madera de roble en cinco piezas de 42x160cm de espesor 19mm, acabado teñido y barnizado
- Luminarias empotradas a base de “down-lights” equipados con lámparas fluorescentes de bajo consumo con un nivel de iluminación de 300 lux. La iluminación de cabina será permanente mientras este desactivado el interruptor de STOP
- Pasamanos formado por dos pletinas de acero inoxidable unidas entre sí
- Zócalo y cornisa con perfil en “L” de acero inoxidable de 5mm de espesor
- Pavimento de piso de granito negro Zimbabwe de dimensiones aproximadas de 70x160x3cm pulido y abrillantado con junta a tope y bisel de 1mm

Ascensor de bomberos

- Revestimiento vertical a base de panelado de chapa lisa de acero inoxidable AISI 316 en los dos laterales acabado “scotch”.
- Falso techo de acero inoxidable AISI 316 acabado “scotch”
- Luminarias empotradas a base de “down-lights” equipados con lámparas fluorescentes de bajo consumo con un nivel de iluminación de 300 lux. La iluminación de cabina será permanente mientras esté desactivado el interruptor de STOP
- Pasamanos de perfil tubular de acero inoxidable de diámetro de 42mm

- Pavimento de piso de granito negro Zimbabwe de dimensiones aproximadas de 70x160x3cm pulido y abrillantado con junta a tope y bisel de 1mm

Ascensores de aparcamiento

- Revestimiento vertical a base de panelado de chapa lisa de acero inoxidable AISI 316 con pintura con acabado de color a elegir
 - Falso techo practicable de acero inoxidable con pintura de color a elegir
 - Luminarias empotradas a base de “down-lights” equipados con lámparas fluorescentes de bajo consumo con un nivel de iluminación de 300 lux. La iluminación de cabina será permanente mientras esté desactivado el interruptor de STOP
 - Doble arrimadero de protección a base de madera de roble, al menos, 30mm de espesor y 200mm de altura, en cada una de las paredes
 - Pavimento de piso de chapa lagrimada de acero inoxidable de al menos 5 mm de espesor sobre panel aglomerado resistente al agua
- **Dispositivo de medición de carga**
Dispositivo de medición de carga en cabina, para detectar la carga en la misma para los requerimientos del control de potencia y de la maniobra del ascensor. Umbral mínimo de detección de 35 Kg.

4.2.5 Sistemas de seguridad

- **Paracaídas**
El paracaídas de cabina será de tipo progresivo, conforme a la normativa vigente y que no produzca daños en las guías en caso de acúñamiento. La zona de acúñamiento no debe resultar apreciable a simple vista, sino solamente con la adecuada preparación para revelarla
- **Limitador de velocidad**
Se instalarán en el hueco los correspondientes limitadores de velocidad conectados a la cabina y al contrapeso. Dispondrán de control remoto. Las velocidades máximas de los aparatos elevadores para la que debe actuar el limitador de velocidad están fijadas por el Reglamento de Aparatos Elevadores, según la siguiente tabla:

Tabla 29 Velocidades máximas a las que debe actuar el limitador

Velocidad nominal m/s	% aumento V_n	V_n actuación
0-0.5	50	0.75
0.6	50	0.90
1.0	40	1.40
1.6	35	2.16
2.0	35	2.7
3.0	30	3.90
4.0	30	5.20

- **Contrapeso**

El contrapeso estará relleno con pesas de hierro. Se instalará un dispositivo de compensación del alargamiento de los cables de suspensión mediante un conjunto de suplementos desmontables situado debajo del contrapeso – Deberá tener como mínimo, tres elementos de 100 mm de altura.

El contrapeso deberá disponer también del correspondiente paracaídas, de conformidad a la norma EN 81-1, al existir recintos accesibles debajo del foso. Por otra parte, el fondo del foso debe calcularse para una carga mínima de 5000 N/m², de acuerdo con lo prescrito al efecto en la misma Norma.

Tendrá que tener certificado de examen CE y del certificado de conformidad CE. De los paracaídas y de los limitadores de velocidad

4.2.6 Cables y guías

- **Dispositivos de guiado**

Para los ascensores principales y de bomberos:

Las rodaderas de guiado de la cabina tendrán muelles ajustables y amortiguadores, de al menos tres ruedas de diámetro mínimo de 300 mm.

Las rodaderas de guiado del contrapeso, de al menos tres ruedas de diámetro mínimo de 100 mm.

Para el ascensor de aparcamiento:

Las rodaderas de guiado de la cabina tendrán muelles ajustables y amortiguadores, de al menos tres ruedas de diámetro mínimo de 150 mm.

Las rodaderas de guiado del contrapeso, de al menos tres ruedas de diámetro mínimo de 100 mm.

- **Cables de tracción**

Los cables de tracción deberán cumplir las prescripciones de la EN 81-1 y también las de la EN 36-715-89, de modo que la adherencia y las condiciones de servicio de los mismos resulten adecuadas para la instalación, de acuerdo con los criterios expuestos en la Norma UNE 58-111-91.

Los cables de tracción estarán compuestos por 9 trenzas y alma de acero sobre poleas especiales de tracción certificados anti-torsión, (Modelo HRS Brugg o DRAKO 300T)

La desviación máxima admisible respecto del diámetro nominal será de 0 a +3%.

El alargamiento total de los cables y terminales, medido en el piso más bajo, no debe exceder 5 mm bajo un aumento de la carga nominal del 40%.

Las terminales de suspensión deben ser de acero del tipo de cuña de apretado automático, conforme a DIN 15315 o DIN 3096.

La cazoleta ha de ser forjada, moldeada o mecanizada a partir de una masa sólida, pero siempre de una sola pieza.

El vástago se fabricará forjado o laminado, dotado de la correspondiente terminación roscada y el pasador forjado y mecanizado. No se admitirán terminales que contengan soldaduras.

Todos los terminales estarán asegurados contra la rotación.

- **Compensación de cables**

Los ascensores cuya velocidad nominal supere 3,5 m/s dispondrán de una polea tensora y de un dispositivo anti-rebote.

4.2.7 Señalización

- **Paneles de mando y señalización de pisos**

Los pulsadores para la maniobra de preasignación de llamadas (“destination control”) serán electromecánicos, de microrecorrido y de acero inoxidable, con indicación táctil en relieve y pantalla de señalización.

Para su uso por personas discapacitadas, dispondrán de altavoz para el anuncio del ascensor asignado a una llamada.

Numeración de ascensores “Según especificaciones y diseño de Proyecto de Arquitectura”

Los paneles de mando y señalización de pisos estarán montados sobre placas de acero inoxidable satinado de 2 mm de espesor mínimo y constarán de los siguientes elementos:

- Pulsadores electromecánicos de micro-recorrido con superficie de acero inoxidable, de forma circular, con un diámetro mínimo de 28 mm y provistos de un anillo exterior luminoso tipo LED para el acuse de recibo de llamadas. Dispondrán en el propio pulsador o en un inserto independiente de la notación en Braille.
- Los pulsadores de piso, estarán situados entre los 900 mm y los 1400 mm de altura sobre el nivel del suelo terminado, conforme al Código de Accesibilidad de Catalunya.
- En el panel de mando de pisos, se deben disponer los siguientes pulsadores:
 - 1 pulsador para bajar en Planta Baja
 - 2 pulsadores, uno para subir y otro para bajar, en las plantas intermedias
 - 1 pulsador para subir en la planta sótano -3
- En una de las embocaduras de las puertas se situará un panel en Braille indicando el nivel del piso correspondiente, conforme al Código de Accesibilidad de Catalunya.
- Indicador LED de ascensor completo
- Panel independiente señalética con el rótulo “No usar en caso de incendio”
- Señal acústica de llegada del ascensor a planta de dos tonos de intensidad ajustable y dispositivo de desconexión
- Señalización digital del sentido de continuidad de marcha a situar sobre cada puerta
- En Planta Baja, señalización de continuidad de marcha y posicional digital.

- **Anuncios en cabina y pisos**

Un dispositivo de anuncios para discapacitados visuales deberá ser previsto en cada panel de mando del piso y en cabina. El idioma y los textos de dichos anuncios deberán ser programables de acuerdo con las decisiones del Cliente. El Contratista de Ascensores deberá preparar una propuesta de los citados textos para su aprobación.

El volumen del altavoz deberá ser ajustable. El sistema deberá poder ser conectado/desconectado desde la maniobra y del sistema de Monitorización.

- **Panel de mando en cabina**

En cabina se instalará el correspondiente panel de mando compuesto por un armario metálico con tapa practicable giratoria de acero inoxidable de al menos 2 mm de espesor sobre la que se montarán los siguientes elementos:

- Pulsador de apertura de puertas
- Pulsador de cierre de puertas
- Pulsador de alarma, identificado por una campana de color amarillo
- Pulsador para el ventilador
- Llave de servicio independiente con la correspondiente inscripción en el bombín
- Micrófono y altavoz del intercomunicador bidireccional de emergencia
- Rótulo con la capacidad en Kg., personas, RAE, marcado CE y pictograma reglamentario de “Prohibido fumar”
- Panel indicador plano tipo LCD de 150mm de ancho por 200 mm de altura con las siguientes indicaciones como mínimo:
 - ID de la cabina
 - Posición de la cabina
 - Sentido de marcha
 - Pictograma de sobrecarga
 - Indicaciones relativas a las maniobras de emergencia, alarmas, etc.

Pulsadores electromecánicos de micro-recorrido con superficie de acero inoxidable, de forma circular, con un diámetro mínimo de 28 mm y provistos de un anillo exterior luminoso tipo LED para el acuse de recibo de llamadas. Dispondrán en el propio pulsador o en un inserto independiente de la notación en Braille.

Los pulsadores de apertura y cierre de puertas y el de alarma estarán situados entre los 900 mm y los 1400 mm de altura sobre el nivel del suelo terminado, conforme al Código de Accesibilidad de Catalunya.

4.2.8 Maniobra

Ascensores principales

Como hemos especificado en el apartado de tráfico vertical, la maniobra para los ascensores principales de preasignación de llamadas, será de tipo “Destination Control System”/“Call allocation System”, basada en microprocesadores.

La maniobra debe disponer de un módulo de inteligencia artificial, capaz de autoaprendizaje dinámico, en función de los cambios que se experimenten en los patrones de tráfico del edificio y de la capacidad de tráfico requerida.

El criterio de asignación de llamadas debe orientarse preferentemente a la reducción de los tiempos de respuesta en lugar de la reducción de los tiempos de viaje hasta destino. Los tiempos de espera no deben ser sin embargo inferiores a 5 seg.

En caso de fallo de la maniobra, los ascensores deberán dirigirse automáticamente a la planta más próxima en el sentido de marcha. (Maniobra de evacuación de emergencia)

Los parámetros de la maniobra, que se requieran por cambios debidos a los requerimientos de tráfico del edificio, deben poder ser ajustados en la misma instalación.

La posición exacta del ascensor en el hueco y la representación de dicha posición en la maniobra debe ser objeto de control y comparación en cada parada. Cualquier desviación, debida por ejemplo a un fallo de suministro eléctrico, debe ser inmediatamente corregida en dicha parada.

- **Servicio para personas discapacitadas**

En cada panel de mando de pisos se dispondrá de un pulsador especial para personas discapacitadas. Las cabinas asignadas a estas llamadas deben estar vacías y el tiempo de puertas abiertas debe ser prolongado en estos casos.

- **Modos de operación especiales**

Cualquier modo de operación especial debe poder ser activado desde cualquier panel de mando de pisos, mediante la introducción en el mismo del código correspondiente. En función de dicho código, se asignará a la correspondiente llamada un ascensor específico u otros de acuerdo con criterios previamente establecidos. En esos casos, el ascensor asignado se segregará del grupo y acudirá a atender dicha llamada, una vez atendidas las órdenes de viaje pendientes y una vez la cabina esté vacía. En estos casos, el ascensor aparcará en la planta de llamada con las puertas abiertas. Si no se introduce una instrucción complementaria, para operar del modo especial establecido en un plazo comprendido entre 0 y 300 s., el ascensor se reintegrará al grupo y pasará a operar de modo normal.

- **Servicio independiente y servicio de ascensorista**

Para operar de este modo, se dispondrá un panel de mando especial de cabina, alojado en el interior del panel de mando normal. Las puertas cerrarán

solamente cuando se pulse el pulsador correspondiente de cierre de puertas. El ascensor se reintegrará al modo de operación normal una vez se desconecte dicho panel de mando especial.

- **Servicio VIP**

En caso de una llamada de este tipo el ascensor viajará a dicha planta y, una vez completado el viaje solicitado, se reintegrará al modo de operación normal. Se incluirá un panel de mando especial y todo su conexionado para este modo de operación, que se situará en un lugar a elección del Cliente, por ejemplo en el mostrador de Recepción. Las puertas cerrarán una vez se haya activado una señal de “listo” a través de un pulsador situado en dicho panel o bien en caso de que se active el pulsador de cerrar puertas situado en el interior de la cabina.

- **Bloqueo de plantas**

La maniobra debe permitir bloquear las llamadas para cualquiera de las plantas. El bloqueo y desbloqueo de las mismas deberá poder realizarse fácilmente desde el Sistema de Monitorización.

Ascensores de bomberos y aparcamiento

Para los ascensores de bomberos, una maniobra colectiva-selectiva será suficiente para cumplir con los parámetros de tráfico vertical aconsejados para este tipo de ascensores.

Será una maniobra colectiva selectiva basada en microprocesadores.

Servicio exclusivo de bomberos conforme a la reglamentación de Protección Contra Incendios. La coordinación de estos aspectos con el departamento municipal de bomberos es de la completa responsabilidad del Contratista de Ascensores.

La parametrización de la maniobra para su adaptación a los cambios en la demanda de tráfico del edificio o del servicio exclusivo de bomberos debe poder realizarse en el propio edificio.

Una vez introducida una orden de cabina y las puertas inicien su cierre, no deben reabrir en caso de una llamada desde el mismo piso. Esta llamada debe ser registrada y asignada a otro ascensor.

La posición exacta del ascensor en el hueco y la representación de dicha posición en la maniobra debe ser objeto de control y comparación en cada parada. Cualquier desviación, debida por ejemplo a un fallo de suministro eléctrico, debe ser inmediatamente corregida en dicha parada.

Por medio de un interruptor de llave debe poder activarse el servicio independiente y el servicio de ascensorista. En ese caso, el ascensor cierra puertas después de introducida una orden de viaje. Las llamadas registradas por la maniobra serán canceladas.

La maniobra dispondrá en el propio cuadro de maniobra de un dispositivo para las necesidades del Mantenimiento, el diagnóstico y gestión de las averías y la parametrización de la misma, sin necesidad de recurrir a un dispositivo externo. Si este dispositivo fuera necesario, formará parte del suministro del ascensor y se guardará en el interior del cuadro de maniobra, junto con el correspondiente manual de instrucciones de uso.

4.2.9 Sistema de tracción y cuarto de máquinas

- Instalaciones del cuarto de máquinas

El Cuarto de Máquinas independiente se situará en el extremo superior del recorrido.

Todas las aperturas del hueco se cerrarán con materiales incombustibles y amortiguadores del sonido.

Los amortiguadores del sonido se montarán adecuadamente y los soportes situados en el interior del hueco deberán ser de chapa de acero galvanizada en caliente.

Las conducciones de alojamiento de los cables de instalaciones del hueco serán canaletas de chapa de acero galvanizada en caliente y provistas de una tapa desmontable del mismo material.

Suministro y montaje de vigas de manutención sobre cada uno de los grupos tractores, incluido el correspondiente polipasto.

Se suministrarán las herramientas necesarias para las operaciones importantes, como llaves para los triángulos de desenclavamiento de puertas, dispositivo de apertura del freno, abrazaderas de cables, etc. Todas las herramientas dispondrán de etiquetas identificativas de larga duración.

Se dispondrán de tapices aislantes delante de los cuadros de maniobra, con indicación del valor de su aislamiento eléctrico, con una anchura igual a la del cuadro de maniobra y una longitud igual a un metro.

- Grupo tractor sin reductor (“Gearless”)

Grupo tractor sin reductor situado en el cuarto de máquinas, montado sobre bancada metálica.

Bancada metálica fabricada en una sola pieza para fijar el grupo tractor y todas las poleas de desvío situadas en el cuarto de máquinas y en el hueco. La bancada metálica debe estar aislada del edificio de conformidad con la norma VDI 2566, mediante soportes antivibratorios dobles, tipo EL3 o EL 4.

Control de potencia del motor del tipo VVVF (“Variable Voltage Variable Frequency”), diseñado para una aceleración de $1,1 \text{ m/s}^2$ con carga nominal, $\cos \varphi \geq 0,95$ y una corriente de arranque máxima igual a 2,2 veces la corriente nominal.

Debe quedar asegurado que la rotación del motor resulta imposible cuando el freno está cerrado.

La suspensión de la cabina y contrapeso será del tipo 1:1.

Las poleas de tracción y de desvío deberán ser altamente resistentes al desgaste. Los diámetros de todas las poleas deberán ser como mínimo 50 veces superiores al diámetro de los cables. La máxima presión superficial no superará el 70% del valor permitido por la norma EN 81-1 Las ranuras de las poleas serán del tipo en U.

El motor debe estar diseñado para 240 conexiones/h y ser capaz de realizar un recorrido total del hueco a velocidad de inspección, sin paradas intermedias.

La precisión de nivelación de la cabina será como máximo de $\pm 5 \text{ mm}$.

La renivelación se producirá con puertas abiertas.

Se dispondrá de una maniobra de socorro manual, de modo que sea posible

desplazar la cabina hasta la próxima parada, en el sentido determinado por la carga en cabina, en caso de un fallo total de corriente. El dispositivo de evacuación debe poder ser operado por dos personas y dispondrá de una protección para los dedos de los operadores conforme a EN 294. Para la realización de esta maniobra de socorro manual, el cuadro de maniobra dispondrá de indicación luminosa del nivel de piso, alimentado por baterías.

- **Control de potencia**

El control de potencia del motor a través de un convertidor tipo AC VVVF trabajando en bucle cerrado.

El convertidor debe estar especialmente ajustado a las características del motor. Por lo tanto, el motor y el convertidor de potencia deben proceder del mismo fabricante.

La instalación del convertidor de frecuencia debe evitar toda transferencia de retorno sobre la red eléctrica del edificio que pueda perturbar el funcionamiento de otras instalaciones.

La distorsión total producida por los armónicos del sistema (THD) sobre el suministro principal de energía durante el funcionamiento del ascensor debe ser inferior al 5%.

Se instalarán filtros entre el control de potencia y el motor para eliminar los pulsos de punta de los tiristores o transistores de potencia.

El control de potencia será del tipo ACVF con capacidad regenerativa para devolver la corriente de frenado a la red de suministro para su reutilización.

El filtro entre el convertidor de potencia y el motor deberá eliminar los picos de corriente producidos por los transistores de potencia. Dispositivo de retorno de la potencia sobre la red principal de suministro eléctrico.

El ciclo de vida útil de los elementos electrónicos de potencia, tales como tiristores o transistores de potencia, deberá ser de 15 años como mínimo.

Variaciones en los parámetros del suministro de corriente eléctrica de $\pm 5\%$ y temperaturas del cuarto de máquinas comprendidas entre 5°C y 40°C no deben ser causa de variaciones en la velocidad, la aceleración y deceleración, ni tampoco en la precisión de nivelación.

El ascensor debe ser capaz de alcanzar la velocidad nominal independientemente del factor de carga de la cabina, hasta el límite de la carga nominal de la misma.

Si la velocidad nominal de la cabina no puede ser alcanzada en recorridos cortos, el sistema debe permitir alcanzar la máxima velocidad posible en cada trayecto, teniendo en cuenta las correspondientes etapas de aceleración y deceleración. El sistema de control debe permitir la aproximación directa al nivel de piso, sin que exista una velocidad lenta de aproximación o nivelación.

El arranque y la parada del ascensor deben producirse sin que los pasajeros resulten afectados por el “jerk”, que debe mantenerse entre los valores de $0,8$ y 2 m/s^3 .

- **Disposición de la maniobra y control de potencia en el cuarto de máquinas**

La maniobra y el control de potencia de cada ascensor se dispondrán en armarios metálicos independientes dotados de puertas practicables en su parte

frontal y protección mínima IP 20. El color de la pintura de los armarios será decidido por el Arquitecto. Los armarios deberán disponer de una ventilación natural suficiente y también mecánica, en caso necesario.

El cuadro de maniobra estará controlado por uno o más microprocesadores y otros componentes de alta integración.

Los armarios deben estar conectados a tierra y montados sobre soportes antivibratorios.

El montaje de los distintos componentes del cuadro se realizará en paneles funcionalmente diferenciados y dotados cada uno de ellos de rótulos identificativos.

Todos los componentes eléctricos, tanto de entrada como de salida, deberán estar protegidos contra corto circuitos.

La distribución eléctrica secundaria para cada ascensor dispondrá de salidas para:

- Maniobra
- Motor de tracción
- Iluminación del cuarto de máquinas
- Iluminación del hueco
- Iluminación de la cabina
- Toma de corriente de dos polos y toma de tierra, 240V, 13 A

Todas las salidas deberán estar protegidas separadamente.

Deberá asegurarse que las conexiones del cuadro de distribución corresponden con el diámetro de los cables de alimentación.

Todos los temporizadores deben ser claramente legibles y ajustables en el propio cuadro.

Suministro eléctrico de emergencia para la iluminación de la cabina y comunicaciones a 12V con autonomía de al menos 2 horas. Los fallos de funcionamiento del sistema deben ser registrados por el Sistema de Monitorización.

El sistema debe poder ser controlado permanentemente desde el propio cuadro.

Un interruptor de “Mantenimiento” activado durante las operaciones de mantenimiento debe evitar la transmisión de información de averías del mismo modo que al desconectar el interruptor de puesta en servicio del ascensor desde el exterior del cuarto de máquinas. Si el interruptor de mantenimiento se activa se deberá transmitir un impulso como mensaje de la situación al sistema de control automático del edificio y al sistema de Monitorización.

Cada elemento del cuadro de maniobra deberá disponer de una etiqueta claramente legible de su función y su identificación en el Esquema Eléctrico de la Maniobra que deberá conservarse en el interior del cuadro, adecuadamente protegido.

4.2.10 Otras especificaciones

- **Aislamiento del ruido transmitido por el aire**

Durante el funcionamiento del ascensor el nivel de ruido no debe exceder los siguientes valores:

- En el hueco, el ruido causado por los componentes instalados en el Cuarto de Máquinas, medido a 1 m de las poleas de suspensión, no debe exceder de 50 dB (A)
- En las paradas cuando el ascensor está pasando y las puertas están abriendo y cerrando, el nivel de ruido a 1 m de distancia de la puerta de piso no debe exceder de 50dB (A)
- En el centro de la cabina, mientras el ascensor está funcionando el ruido no debe exceder de 50dB (A)
- En el centro de la cabina, mientras las puertas están abriendo y cerrando, el nivel de ruido no debe exceder de 50dB (A)
- En el cuarto máquinas, mientras los ascensores están funcionando el ruido no debe exceder de 75dB (A)

- **Confort de la marcha**

Durante cualquier viaje del ascensor, la máxima vibración lateral y vertical dentro de la cabina no debe exceder 10 mg (0,1 m/s²).

4.2.11 Listado de componentes

Según la descripción de las diferentes partes mecánicas del ascensor y de las funciones que deben desarrollar, se elabora la siguiente tabla, enumerando los componentes necesarios:

Tabla 30 Listado de componentes de los ascensores

	PT21/40-19	PT26/25-19	PW19/10-19
	Asc.Principales	Asc.Bomberos	Asc.Parking
Puestas de piso	Alto tráfico	Alto tráfico	Alto tráfico
Diámetro de las ruedas de guiado	94	94	94
Puerta de cabina	Alto tráfico	Alto tráfico	Alto tráfico
Operador de puerta	Tipo 2	Tipo 2	Tipo 2
Diámetro de las ruedas de guiado	94	94	94
Paracaídas de cabina	SGB07	SGB03	SGB01
Paracaídas de contrapeso	SGB04	NO	SGB01
Limitador de velocidad de la cabina	OL100	OL100	OL35
Limitador de velocidad del contrapeso	OL100		OL35
Guías de cabina / diámetro de las ruedas	T140/2-BE	T127-2/BE	T127-1/BE
Guías de contrapeso / diám. de las ruedas	T127-1/BE	T127-1/BE	T89/BE
Guiaderas de cabina / dimensiones	RG300	RG200	RG150
Guiaderas de contrapeso / dimensiones	RG125	RG125	RG100
Máquina	MX40	MX32	MX20
Diámetro de polea tractora	1000mm	750 mm	600 mm
Intensidad nominal (A)	112,5 A	63 A	22 A
Intensidad de arranque (A)	535 A	200 A	57 A
$\cos \Phi$	0,98	0,97	0,96
Potencia aparente (KVA)	54,2 KVA	36,4 KVA	9,33 KVA
Tipo de control de potencia	KDH	VVVF	VVVF
Convertidor de frecuencia	KDH160D	V3F25MLB	V3F18
Intensidad nominal / Int de arranque (A)	152/304 A	100 A/210 A	38 A/ 76 A
Potencia aparente (KVA)	100 KVA	62 KVA	21 KVA
Kw/h para cada máquina	3,4 Kw	2,8Kw	1,9 KW
Factor de servicio (%)	60%	60%	40%
Maniobra	LCE	LCE	LCE
Tipo de maniobra	DCS	FCS	FCS
Cables de tracción	7xD13 PAWO F3	7 X D13 PAWO F3	6 X D13 PAWOF3
Número y diámetro	7 / 13 mm	7 / 13 mm	6/13mm
Vida útil esperada de los cables	5-7 años	5-7 años	5-7 años
Número y diámetro	3/planos	3 / Planos	2 / Planos
Tipo y diámetro	KSS / 35 mm	KSS / 35 mm	KSS / 35 mm

4.3 Estudio de Seguridad y Salud

4.3.1 Introducción

El presente Plan de Seguridad y Salud, está redactado de acuerdo con la normativa vigente en materia de seguridad e higiene en el trabajo, especialmente por la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales y el R. D. 1627/1997 de 24 de Octubre Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción. Cumple todos los condicionantes expresados en ella y; de acuerdo con el Real Decreto mencionado, constituye el instrumento básico de ordenación de las actividades y la evaluación de los riesgos, así como la planificación de la acción preventiva.

De igual forma, se analiza, desarrolla y complementa, en función de los sistemas y procedimientos de ejecución de la obra., el Estudio de Seguridad y Salud del Proyecto de las obras, definiendo los modos operativos de trabajo y los medios de protección a aplicar.

Se incluyen las propuestas de prevención del Contratista, no suponiendo en ningún caso disminución de los niveles de protección previstos en el Estudio de Seguridad y Salud.

El Plan de Seguridad se someterá a la aprobación del Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra.

El Plan de Seguridad y Salud podrá ser modificado por el contratista en función del proceso de ejecución de la obra, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir a lo largo de la obra, pero siempre con la aprobación expresa del Coordinador de Seguridad.

Todo el personal que va a intervenir en la instalación ha recibido la formación necesaria para llevar a cabo sus tareas, cómo utilizar los equipos de trabajo y los equipos de protección individual. También se ha informado al personal de los riesgos a que están expuestos y de la forma en que pueden reducirlos o eliminarlos de forma que sean tolerables y no les afecte a su seguridad y salud.

4.3.2 Memoria

4.3.2.1 Características de la obra

A continuación se describen las características de la obra que afectan al plan de Seguridad y Salud.

- Accesos:
Serán determinados por el contratista principal de la obra y pueden variar según las necesidades en cada fase de la instalación del ascensor. Según Estudio de Seguridad, acceso peatonal por C/ Estany y Pº Zona Franca. Acceso vehículos por C/ Estany.

- Interferencia y servicios afectados:
Antes de empezar la instalación el hueco debe quedar libre de instalaciones ajenas al ascensor, desagües, agua, luz, etc.
- Climatología y entorno de la obra:
En esta obra las condiciones meteorológicas no tienen ninguna influencia ya que la instalación se realizará en el interior del edificio con la cubierta y los cerramientos realizados.
- Unidades constructivas y asignación de recursos. Recursos preventivos:
Se instalarán 6 ascensores en el edificio, 2 ascensores de servicio al aparcamiento y 1 montacargas, para lo que destinará 1 parejas de montaje compuesta por un oficial y su ayudante. Todos los operarios han recibido formación específica sobre los riesgos a que se encuentran expuestos durante su actividad, cómo deben actuar para evitarlos y los medios para reducirlos.
El Supervisor es el trabajador designado por la empresa de ascensores en materia de prevención en la obra. También él es el responsable de la revisión y aplicación en obra del presente Plan de Seguridad y Salud.
La presencia en el centro de trabajo de un recurso preventivo, será necesaria:
 - Cuando los riesgos puedan verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y que hagan preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo. La presencia del recurso preventivo garantizará el estricto cumplimiento de los métodos de trabajo y, por tanto, el control del riesgo.
 - Cuando se realicen actividades o procesos que reglamentariamente sean considerados como peligrosos o con riesgos especiales, en concreto:
 - Trabajos con riesgos especialmente graves de caída desde altura, por las particulares características de la actividad desarrollada, los procedimientos aplicados, o el entorno del puesto de trabajo.
 - Trabajos con riesgo de sepultamiento o hundimiento.
 - Actividades en las que se utilicen máquinas que carezcan de declaración CE de conformidad por ser su fecha de comercialización anterior a la exigencia de tal declaración con carácter obligatorio, que sean del mismo tipo que aquellas para las que la normativa sobre comercialización de máquinas requiere la intervención de un organismo notificado en el procedimiento de certificación, cuando la protección del trabajador no esté suficientemente garantizada no obstante haberse adoptado las medidas reglamentarias de aplicación.
 - Cuando la necesidad de dicha presencia sea requerida por la Inspección de Trabajo y Seguridad Social, si las circunstancias del caso así lo exigieran debido a las condiciones de trabajo detectadas.

- Sistemas o elementos de seguridad inherentes o incorporados al proceso constructivo:

En los planos que se facilitan al promotor o constructor, se le indican la situación y características de los ganchos de soporte y de seguridad de la polea en la losa. Antes del inicio de los trabajos se realizará una prueba de carga para garantizar que el gancho de la polea puede soportar de forma continua 1.500, 2.000 ó 4.000 Kg. dependiendo del tipo de Tirak que se vaya a utilizar durante la instalación.

- Descarga y almacenamiento de materiales en obra:

El Supervisor coordinará la descarga de materiales en la obra con el Jefe de Obra de la misma. La descarga se realizará con medios mecánicos dependiendo de las circunstancias de la obra; o bien serán proporcionados por la empresa constructora (grúa o carretillas elevadoras). Además la descarga se complementará con el transporte de los materiales a la zona de almacenamiento, utilizando carritos especiales y/o transpalets para evitar el riesgo de accidente por sobreesfuerzo de los operarios.

El promotor o el constructor facilitará una zona de almacenaje de 25 a 50 m². Esta zona se encontrará lo más próxima posible de la entrada de hueco en el nivel más bajo y sin obstáculos que dificulten el traslado de materiales.

- Sustancias o materiales peligrosos:

Las sustancias utilizadas durante la instalación se utilizan para la limpieza y desengrase de las guías, presentan características tóxicas e irritantes leves y baja volatilidad, por lo que la utilización de guantes para estas operaciones y su realización en zonas ventiladas es suficiente para garantizar la salud de los trabajadores. Todos los operarios disponen de una Ficha de Seguridad en la que se indican los productos que utilizan así como las medidas preventivas que deben adoptar para utilizarlos.

- Equipos de trabajo: Los equipos de trabajo utilizados son:

- Radiales pequeñas
- Tráctel
- Prolongadores
- Máquinas de taladrar
- Escaleras portátiles
- Portátil de luz
- Grupos de soldar
- Eslingas
- Sierra de Vaivén
- Herramientas específicas del modelo de ascensor que se vaya a instalar
- Tirak
- Polipasto de cadena

Los más importantes son los equipos de elevación: Tiraks, Trácteles y Polipastos de cadenas. Estos equipos disponen del marcado CE y son revisados periódicamente por el fabricante verificando su correcto funcionamiento y su seguridad. Cada uno tiene un Certificado que garantiza estas revisiones.

Los equipos se revisarán antes de iniciar los trabajos, los que no estén en condiciones serán sustituidos.

Los operarios disponen de herramientas con las que realizan el montaje de los ascensores. Estas herramientas son revisadas periódicamente por los operarios y

sustituidas si se deterioran.

Los requisitos que deben cumplir los equipos de trabajo y que son de aplicación obligatoria vienen establecidos por el R.D. 1435/92, por el R.D. 1215/1997 y por R.D. 2177/2004. El cumplimiento del fabricante con los mismos se constata a través del marcado CE y el certificado de conformidad que el mismo emite.

Sus condiciones de uso vienen descritas en la evaluación de riesgos por actividad

- Implantación de los 5 requisitos de obra:

Antes del inicio de la instalación el supervisor de la empresa de ascensores verificará el cumplimiento de los 5 requisitos de obra, no dando su visto bueno para el inicio de la instalación. Estos puntos son:

1. *Foso limpio y seco*

El foso deberá estar libre de objetos y residuos, y sin agua o humedad

2. *Hueco según planos y Todas las seguridades a punto*

Se verificarán que se cumplen las medidas según los planos y que las protecciones de hueco y señalización se encuentran colocadas

3. *Ganchos puestos /ventilación*

Se verificará la existencia de los ganchos, verificándose su posición y dimensiones según planos. También se verificará la existencia de ventilación en el hueco.

4. *Tensión 380 V. última planta*

Se deberá disponer de alimentación trifásica más neutro y tierra en el último nivel de la instalación

5. *Zona de almacenaje materiales*

Se deberá de disponer de una zona de almacenaje de unos 25 a 50 m² lo más cerca posible de la entrada en el primer nivel de la instalación

- Montaje de las instalaciones: Cada pareja de montadores dispone de un “manual de instalación” para realizar correctamente el montaje, ajuste y puesta en marcha del ascensor, así como herramientas, equipos de trabajo necesarios, e incluso los riesgos a que se pueden encontrar expuestos los trabajadores y las medidas preventivas para eliminarlos o reducirlos. El manual de montaje estará a disposición del Coordinador de Seguridad y de la Dirección Facultativa para realizar las consultas que consideren oportunas durante el montaje de los ascensores.

- Instalaciones de Higiene y Bienestar: Se dispondrá de una taquilla para vestuario por trabajador con sus correspondientes perchas y espacio suficiente en la caseta de vestuarios establecida en obra. Asimismo, las casetas de aseos y de comedor, serán también las correspondientes a las instalaciones de la obra, con los equipamientos en número establecidos por la Legislación Vigente

- Servicios higiénicos compuestos por ducha, inodoro, y lavamanos
- Zona de comedor

En las obras donde por características de las mismas sea difícil la consecución de estos servicios, se podrán utilizar locales de pública concurrencia que se encuentren en las inmediaciones de la obra.

- Protecciones colectivas

Durante la realización de la instalación se deberá de disponer de las siguientes protecciones colectivas:

- Señalización en cada nivel de piso de “personal trabajando en hueco”
- Protecciones de hueco en cada abertura compuestas por barandilla con pasamanos a 90 cm de altura, barra intermedia y rodapiés de 15 cm.
- El techo de la cabina dispondrá de una barandilla perimetral de acuerdo con lo establecido en la norma EN 81-1 (ver evaluación de riesgos).
- Se dispondrá de un cuadro auxiliar (con protección diferencial y magnetotérmica), conectado al cuadro general de la obra (cuya resistencia máxima de tierra admisible no superará los 50 Ohms).
- La zona de almacenamiento deberá quedar perfectamente identificada y se podrán colocar cintas de balizamiento para facilitar esta identificación.

La utilización de protecciones colectivas viene descrita en la evaluación de riesgos por actividad

- Equipos de protección individual

Los equipos de protección individual que deberán tener disponibles los operarios son:

- Equipo completo de protección anticaídas (arnés, mosquetones, cuerda arnés, línea de vida y autobloqueo), según EN 353-1:02, EN 353-2:02, EN 354:02 EN 361:02 EN 362:92 y EN 363:02.
- Casco de protección, según EN 397:1995.
- Protectores oculares, según EN 166:01 y EN 169:92.
- Protectores auditivos, según EN 352-1:1994
- Mascarilla antipolvo según EN 149:01.
- Botas con puntera y plantilla de protección, según EN 345:1993.
- Guantes para manipulación de cargas y trabajo habitual, según EN 388:03
- Guantes para uso de productos químicos y manipulación, s/EN 388 (se usan con desengrasantes)
- Equipos de protección para soldadura eléctrica (pantalla contra radiaciones ultravioletas EN 175:97, manguitos y polainas, mandil, mascarilla contra humos EN149:01 y guantes EN388:03 y EN 407:97).

La utilización de EPI viene descrita en la evaluación de riesgos por actividad.

- Planificación de actuaciones en caso de emergencia:

Ante cualquier emergencia, el personal de LA EMPRESA DE ASCENSORES seguirá las pautas definidas en el Plan de Emergencia de la Obra, así como las indicaciones dadas por el Coordinador de Seguridad. Los trabajadores informarán al Supervisor de cualquier situación de emergencia para que tenga conocimiento de la misma.

Existirá un botiquín de urgencia situado en el mismo edificio. El botiquín deberá revisarse mensualmente y se restituirán los productos consumidos. Además en cada furgoneta los operarios disponen de su propio botiquín. El botiquín dispondrá de los productos especificados en la Legislación Vigente.

Las posibles situaciones de emergencia que se han identificado son:

- Actuación ante un accidente

Ante cualquier accidente se informará a los responsables de la obra de los diferentes (Servicios médicos, mutuas patronales, mutualidades laborales, ambulatorios, etc.) para hacer el traslado de los accidentados y efectuar un tratamiento más rápido y efectivo.

Al objeto de proteger rápidamente la víctima del peligro, se actuará del siguiente modo y siempre según esta secuencia:

- *Proteger* suprimiendo, si persisten, las causas del accidente (asfixia, aplastamiento, explosión, incendio, electrocución, etc.).
- *Socorrer* al accidentado; no moverlo a no ser que sea estrictamente necesario para alejarlos de un peligro que no pueda evitarse de otro modo. En caso de tener que trasladarlo, se hará empleando los métodos adecuados para evitar movimientos de la columna vertebral.
Comprobar la existencia de signos vitales: Consciencia, respiración, pulso
Si fuese necesario, únicamente personal capacitado aplicará técnicas de primeros auxilios más adecuadas
- *Avisar* al Supervisor y al Coordinador de Seguridad de la Obra, o utilizar directamente los teléfonos de emergencia. Como norma general, mientras llega asistencia sanitaria, se abrigará al accidentado para evitar que entre en shock

- Incendio

- *Intentar extinguir* / controlar activamente el incendio con los equipos de extinción disponibles. Únicamente si:
 - El fuego está en sus inicios (conato de incendio)
 - Es controlable con los medios de extinción disponibles y
 - No se pone en riesgo la integridad física de ningún trabajador (incluido él mismo trabajador)
- *Combatirlo* con los medios que tenga disponibles pero sin poner nunca en peligro su integridad física.
- *Avisar* inmediatamente al Supervisor y al Coordinador de Seguridad de la obra
- *Disponer un extintor* de polvo ABC de 3 kg en las inmediaciones, especialmente para los trabajos de soldadura.

4.3.2.2 Evaluación de riesgos por actividad

En este capítulo se evalúan los riesgos para cada una de las fases de instalación:

1. Preparación de la obra
Visitas previas a los inicios de los trabajos para verificar si la obra está lista para el inicio de la instalación de los ascensores y si las dimensiones del hueco son adecuadas
2. Descarga y distribución de los materiales
Descarga de los materiales de la instalación y su distribución hasta las zonas de montaje, comprobando su estado y que los materiales sean correctos.
3. Instalación del Tirak
Colocación de la polea de reenvío y a realizar la prueba de carga para verificar la resistencia del gancho.
4. Preparativos
Esta operación consiste en la instalación del limitador de velocidad y del aplomado de la instalación.
5. Instalación del hueco
Preparación para instalar las guías, así como la preparación para el arranque de los elementos del foso como son el primer tramo de guías, los amortiguadores, tensa-limitador y chasis de contrapeso
6. Instalación de la cabina
La instalación de la cabina consiste en el montaje de la cabina en el foso, a excepción de los elementos interiores, la cual se utilizará como plataforma de trabajo.
7. Instalación de las guías
Traslado elevación y fijación de las guías de cabina y de contrapeso en sus correspondientes soportes.
8. Trabajos y acabados bajo cabina
Se refiere a la colocación del paracaídas y de los elementos que se encuentran bajo la cabina.
9. Instalación parte superior del hueco
En esta fase de la instalación se montará el tramo superior de guías y la instalación de la máquina.
10. Instalación pisadera de cabina, puertas de piso y armario de cuadro de control eléctrico
Consiste en la instalación de la pisadera de cabina y las puertas de rellano en cada piso
11. Embocaduras de cabina e instalación de la puerta de cabina

En esta actividad se procede a la instalación de las embocaduras y al montaje y ajuste de la puerta de cabina junto con el operador

12. Electrificación

Consiste en la instalación del cuadro de maniobras así como su conexionado con las botoneras, señalización y electrificación de maquinaria, instalación del cordón de maniobra, debajo de cabina y de foso, y electrificación de la cabina.

13. Instalación interior de cabina

Consiste en el montaje de los elementos interiores de la cabina, así como de la decoración de la misma

14. Cableado

Esta parte del proceso consiste en la colocación de la viga inferior de las poleas para realizar la tirada de los cables, instalación de la placa de bloqueo y limitador de velocidad, el posicionamiento del contrapeso, colocación de aceiteras y ajuste de frenos, y la carga inicial de contrapeso.

15. Finalización y puesta en marcha

Terminación y ajuste del ascensor junto con la conexión a la red eléctrica y posterior reajuste.

4.3 Estudio de Seguridad y Salud

- PREPARACIÓN DE LA OBRA					
RIESGO GENERADO	C	P	Nivel riesgo	Condición anómala	ACCIÓN CORRECTORA
Caída a distinto nivel	3	2	6	- Caída desde las aperturas de los huecos	- Instalación de barandillas con listón intermedio en las aberturas cada nivel. 90 cm de altura, barra intermedia a 45 centímetros y rodapié de seguridad de 15 centímetros.
	2	2	4	- Caída al acceder al interior del foso	- Utilización de una escalera móvil de longitud suficiente para acceder al foso
	3	2	6	- Caída al acceder a las diferentes zonas de trabajo o en las mismas zonas de trabajo.	- Estarán protegidos mediante barandillas con listón intermedio todas las escaleras y aberturas de acceso y en las zonas de trabajo.
	3	2	6	- Caída desde andamio o planta al cortar el mallazo previo de seguridad para dejar el hueco libre	- Utilizar el arnés a un punto fijo. - Avisar al cliente para que coloque barandilla en cuanto se haya eliminado el mallazo de cada planta
Caída de personas al mismo nivel	2	2	4	- Caída provocada al tropezar con objetos en las zonas de paso.	- El acceso a las zonas de trabajo se realizará por las zonas de paso indicadas por el responsable de la obra, evitando las zonas donde se acumulen escombros o haya falta de iluminación.
Caída de objetos por desplome o derrumbamiento	2	2	2	- Desprendimientos en hueco o en los accesos	- Si en los accesos o zonas de trabajo existe la probabilidad de desprendimientos éstas se cubrirán de forma adecuada. - Se utilizará de forma obligatoria casco de seguridad durante todo el montaje.
Caída de objetos desprendidos	3	2	6	- Caída de objetos al foso mientras se realizan las mediciones	- Verificar que las protecciones del hueco en cada nivel disponen de rodapiés. - Informar al responsable de la obra o personal externo que se van a realizar trabajos en el interior del hueco - Utilización de casco durante todos los trabajos.
Pisadas sobre objetos	2	2	4	- Pisadas sobre objetos o materiales de la obra	- Utilización de botas de seguridad con plantilla reforzada
Golpes o cortes por objetos o herramientas	2	3	6	- Cortes con la radial al cortar el mallazo de protección de huecos	- Utilizar los guantes anticorte.
Proyección de partículas o fragmentos	2	2	4	- Proyección de partículas al cortar con radial el mallazo.	- Utilizar las gafas de protección visual.
Atropellos o golpes con vehículos	3	1	3	- Atropello o golpes con los vehículos de transporte de material de las obras	- No salir de las zonas de trabajo - Utilizar los accesos estipulados para llegar hasta las zonas de trabajo
Iluminación	3	1	3	- Atropello o golpes con los vehículos de transporte de material de las obras	- No salir de las zonas de trabajo - Utilizar los accesos estipulados para llegar hasta las zonas de trabajo

4.3 Estudio de Seguridad y Salud

- DESCARGA Y DISTRIBUCIÓN DE LOS MATERIALES					
RIESGO GENERADO	C	P	Nivel riesgo	Condición anómala	ACCIÓN CORRECTORA
Caída a distinto nivel	3	2	6	- Caída desde las aperturas de los huecos	- Instalación de barandillas con listón intermedio en las aperturas cada nivel
Caída de personas al mismo nivel	2	2	4	- Caída provocada al tropezar con objetos en las zonas de paso o de almacenamiento de los materiales	- Se mantendrán las zonas de almacenamiento limpias de materiales sobrantes.
Caída de objetos en manipulación	2	2	4	- Caída en la manipulación de los elementos en el proceso de descarga	- Utilización de elementos mecánicos para el movimiento de cargas pesadas. - Utilización de botas de seguridad con puntera reforzada - Comprobación del funcionamiento del pestillo de seguridad de los elementos elevadores
Caída de objetos desprendidos	3	2	6	- Caída de las cargas desplazadas por equipos de elevación de cargas	- Revisar el estado de las eslingas y verificar que soportan la carga que van a levantar. - Equilibrar las cargas antes de proceder a su elevación. - No colocarse debajo de las cargas elevadas. - Utilización de casco durante todos los trabajos.
Pisadas sobre objetos	2	2	4	- Pisadas sobre objetos o materiales de la obra	- Mantener las zonas de trabajo limpias y ordenadas - Utilización de botas de seguridad con plantilla reforzada
Choques contra objetos inmóviles	2	1	2	- Golpes contra los materiales almacenados	- Almacenar los materiales de forma ordenada no dificultando el paso de las personas.
Choques contra objetos móviles	2	2	4	- Golpes producidos por los materiales que se están descargando o transportando	- Evitar que puedan pasar personas por la zona de descarga, delimitando una zona de seguridad.
Golpes o cortes por objetos o herramientas	2	3	6	- Cortes en la manipulación de los materiales del montaje	- Utilizar los guantes de dedos completos para la manipulación de materiales y cables.
Sobreesfuerzos	2	2	4	- Sobreesfuerzos producidos en el movimiento manual de cargas	- Manipular las cargas evitando posturas forzadas. - Utilizar medios mecánicos o varias personas para manipular cargas que sobrepasen los 40 Kg.
Atropellos o golpes con vehículos	3	1	3	- Atropello o golpes con los vehículos de transporte de material de las obras	- No salir de las zonas de trabajo - Utilizar los accesos estipulados para llegar hasta las zonas de trabajo
Estrés térmico	2	1	2	- Realización de trabajos en ambientes calurosos con exposición directa al sol	- Realizar descansos en zonas de sombra y beber agua de forma continuada

4.3 Estudio de Seguridad y Salud

- INSTALACIÓN DEL TIRAK					
RIESGO GENERADO	C	P	Nivel riesgo	Condición anómala	ACCIÓN CORRECTORA
Caída a distinto nivel	3	2	6	- Caída en la colocación de la polea desviadora.	- Asegurarse de que la barandilla del último piso es suficientemente rígida. - Utilizar el arnés a un punto fijo al colocar la polea desviadora
	2	2	4	- Caída al acceder al interior del foso	- Utilización de una escalera móvil de longitud suficiente para acceder al foso
	3	2	6	- Caída al acceder a las diferentes zonas de trabajo o en las mismas zonas de trabajo.	- Estarán protegidos mediante barandillas con listón intermedio todas las escaleras y aberturas de acceso y en las zonas de trabajo.
Caída de personas al mismo nivel	2	2	4	- Caída provocada al tropezar con objetos en las zonas de paso o de trabajo	- Se mantendrán los accesos y las zonas de trabajo limpias de materiales sobrantes u otros.
Caída de objetos en manipulación	2	2	4	- Caída en la manipulación de los elementos de montaje	- Utilización de elementos mecánicos para el movimiento de cargas pesadas. - Utilización de botas de seguridad con puntera reforzada - Comprobación del funcionamiento del pestillo de seguridad de los elementos elevadores.
Caída de objetos desprendidos	3	2	6	- Caída del Tirak por desprendimiento del gancho de soporte.	- Colocar el cable de seguridad de la polea desviadora en el gancho correspondiente. - Situar fuera del foso en un lateral de la puerta mientras se realiza la prueba de carga del Tirak - Utilización de casco durante todos los trabajos.
Pisadas sobre objetos	2	2	4	- Pisadas sobre objetos o materiales de la obra	- Mantener las zonas de trabajo limpias y ordenadas - Utilización de botas de seguridad con plantilla reforzada
Choques contra objetos móviles	2	3	6	- Golpes producidos por el balanceo del Tirak durante las pruebas de carga	- Situar fuera del foso en un lateral de la puerta mientras se realiza la prueba de carga del Tirak
Proyección de partículas o fragmentos	2	2	4	- Proyección de partículas en operaciones de colocación del soporte de prueba.	- Utilizar las gafas de protección visual durante la colocación del soporte de prueba.
Sobreesfuerzos	2	2	4	- Sobreesfuerzos producidos en el traslado y colocación del Tirak	- Manipular las cargas evitando posturas forzadas. - Utilizar medios mecánicos o varias personas para manipular el Tirak.
Contactos eléctricos	3	1	3	- Riesgos de electrocución durante la instalación del cuadro eléctrico.	- Desconectar la línea a la que se vaya a conectar el cuadro eléctrico. - Bloquear mediante candado el seccionador de dicha línea. - Verificar la ausencia de tensión antes de iniciar los trabajos. - Utilizar los guantes de protección dieléctrica si no se puede garantizar cualquiera de los puntos anteriores.

4.3 Estudio de Seguridad y Salud

- INSTALACIÓN DEL TIRAK					
Ruido	2	1	2	- Exposición a ruido producido al taladrar en el hueco al colocar el soporte de prueba.	- Utilizar los protectores auditivos en esta actividad.
RIESGO GENERADO	C	P	Nivel riesgo	Condición anómala	ACCIÓN CORRECTORA
Vibraciones	2	1	2	- Vibraciones producidas al utilizar herramientas eléctricas.	- No utilizar las herramientas eléctricas durante periodos largos de tiempo, intercalando periodos de descanso.

- PREPARATIVOS					
RIESGO GENERADO	C	P	Nivel riesgo	Condición anómala	ACCIÓN CORRECTORA
Caída a distinto nivel	3	2	6	- Caída en la colocación del limitador de velocidad y de las herramientas de aplomado.	- Asegurarse de que la barandilla del último piso es suficientemente rígida. - Sujetar el arnés a un punto fijo al colocar el limitador de velocidad y de las herramientas de aplomado.
Caída de personas al mismo nivel	2	2	4	- Caída provocada al tropezar con objetos en las zonas de paso o de trabajo	- Se mantendrán los accesos y las zonas de trabajo limpias de materiales sobrantes u otros. - Las herramientas y piezas que no se utilicen se mantendrán ordenados y guardados.
Pisadas sobre objetos	2	2	4	- Pisadas sobre objetos o materiales de la obra	- Mantener las zonas de trabajo limpias y ordenadas - Utilización de botas de seguridad con plantilla reforzada

4.3 Estudio de Seguridad y Salud

- INSTALACIÓN DEL HUECO					
RIESGO GENERADO	C	P	Nivel riesgo	Condición anómala	ACCIÓN CORRECTORA
Caída a distinto nivel	2	2	4	- Caída al acceder al interior del foso	- Utilización de una escalera móvil de longitud suficiente para acceder al foso
Caída de personas al mismo nivel	2	2	4	- Caída provocada al tropezar con objetos en las zonas de paso o de trabajo	- Se mantendrán los accesos y las zonas de trabajo limpias de materiales sobrantes u otros. - Las herramientas y piezas que no se utilicen se mantendrán ordenados y guardados.
Caída de objetos por desplome o derrumbamiento	2	1	2	- Desprendimientos en hueco o en los accesos	- Las paredes y el techo del hueco serán sólidos, no previéndose desprendimientos. - Si en los accesos o zonas de trabajo existe la probabilidad de desprendimientos éstas se cubrirán de forma adecuada. - Se utilizará de forma obligatoria casco de seguridad durante todo el montaje.
Caída de objetos en manipulación	2	2	4	- Caída en la manipulación de los elementos de montaje	- Utilización de elementos mecánicos para la colocación de las guías. - Utilización de botas de seguridad con puntera reforzada. - Comprobación del funcionamiento del pestillo de seguridad de los elementos elevadores
Caída de objetos desprendidos	3	2	6	- Caída de objetos al foso mientras se realizan tareas	- Instalación de rodapiés en las barandillas de las aperturas de los huecos. - Señalizar las aperturas del hueco con avisos de "personal trabajando en el hueco". En caso de que trabajos próximos pudieran provocar la caída de objetos, se indicará a quien los realicen que detenga la actividad, o lo harán los propios montadores. - Utilización de casco durante todos los trabajos.
Pisadas sobre objetos	2	2	4	- Pisadas sobre objetos o materiales de la obra	- Mantener las zonas de trabajo limpias y ordenadas - Utilización de botas de seguridad con plantilla reforzada
Choques contra objetos inmóviles	2	1	2	- Golpes contra los materiales almacenados	- Mantener las zonas de trabajo libres de objetos o materiales que no se estén utilizando
Golpes o cortes por objetos o herramientas	2	3	6	- Cortes o golpes producidos en la manipulación de las guías	- Utilización de guantes de dedos completos para la manipulación de las guías. - Para manipular y montar los otros elementos se utilizarán los guantes de dedos cortados.
Proyección de partículas o fragmentos	2	2	4	- Proyección de partículas en las operaciones de taladro y de corte.	- Utilizar los protectores visuales siempre que se realicen estas actividades.

4.3 Estudio de Seguridad y Salud

- INSTALACIÓN DEL HUECO					
Sobreesfuerzos	2	2	4	- Sobreesfuerzos producidos durante la instalación de las guías	- Manipular las cargas evitando posturas forzadas. - Utilizar medios mecánicos y al menos dos operarios para manipular las guías.
Contactos térmicos	2	1	2	- Quemaduras producidas al realizar soldaduras	- Utilizar guantes de cuero y ropas ajustadas
Contactos eléctricos	3	1	3	- Contactos eléctricos con partes activas	- Utilizar y comprobar el buen funcionamiento del diferencial caja de conexiones de LA EMPRESA DE ASCENSORES - Mantener en buen estado las conexiones y los accesorios.
Incendios	2	1	2	- Incendios producidos durante operaciones de soldadura	- Mantener el hueco y las zonas adyacentes limpias de materiales combustibles. - Tener en las inmediaciones un extintor de polvo ABC de 6 kg o dos de 3 kg.
Exposición a sustancias químicas	2	1	2	- Exposición al desengrasante utilizado para la limpieza de las guías	- Utilización de los guantes de protección contra aceites
Ruido	2	1	2	- Exposición a ruido producido al taladrar en el hueco o por trabajos realizados en las inmediaciones	- Utilizar los protectores auditivos en cuando se den dichas situaciones.
Vibraciones	2	1	2	- Vibraciones producidas al utilizar herramientas eléctricas-	- No utilizar las herramientas eléctricas durante periodos largos de tiempo, intercalando periodos de descanso.
Estrés térmico	2	1	2	- Realización de trabajos en ambientes calurosos con exposición directa al sol	- Realizar descansos en zonas de sombra y beber agua de forma continuada
Iluminación	1	2	2	- Iluminación insuficiente en las zonas de trabajo.	- Antes de empezar el montaje se asegurará que durante el mismo existirá una iluminación suficiente. - Se dispondrá de un portátil para iluminaciones puntuales de forma que se puedan garantizar 200 lux

4.3 Estudio de Seguridad y Salud

- INSTALACIÓN DE LA CABINA					
RIESGO GENERADO	C	P	Nivel riesgo	Condición anómala	ACCIÓN CORRECTORA
Caída a distinto nivel	2	2	4	- Caída al acceder al interior del foso	- Utilización de una escalera móvil de longitud suficiente para acceder al foso
Caída de personas al mismo nivel	2	2	4	- Caída provocada al tropezar con objetos en las zonas de paso o de trabajo	- Se mantendrán los accesos y las zonas de trabajo limpias de materiales sobrantes u otros. - Las herramientas y piezas que no se utilicen se mantendrán ordenados y guardados.
Caída de objetos en manipulación	2	2	4	- Caída en la manipulación de los elementos de montaje	- Utilización de elementos mecánicos para el movimiento de los componentes de la cabina. - Utilización de botas de seguridad con puntera reforzada - Comprobación del funcionamiento del pestillo de seguridad de los elementos elevadores. - No colocarse debajo de las cargas suspendidas.
Caída de objetos desprendidos	3	2	6	- Caída de objetos al foso mientras se realizan tareas	- Instalación de rodapiés en las barandillas de las aberturas de los huecos, y en el techo de la cabina. - Señalizar las aberturas del hueco con avisos de "personal trabajando en el hueco". En caso de que trabajos próximos pudieran provocar la caída de objetos, se indicará a quien los realicen que detenga la actividad, o lo harán los propios montadores. - Utilización de casco durante todos los trabajos.
Pisadas sobre objetos	2	2	4	- Pisadas sobre objetos o materiales de la obra	- Mantener las zonas de trabajo limpias y ordenadas - Utilización de botas de seguridad con plantilla reforzada
Choques contra objetos inmóviles	2	1	2	- Golpes contra los materiales almacenados	- Mantener las zonas de trabajo libres de objetos o materiales que no se estén utilizando
Golpes o cortes por objetos o herramientas	2	3	6	- Cortes en la manipulación de los elementos de la cabina	- Utilizar los guantes de dedos cortados para la realización del montaje. - Utilizar los guantes de dedos completos para la manipulación de los materiales.
Atrapamiento por vuelco de máquina o vehículos	2	2	4	- Atrapamiento producido durante el transporte de la plataforma	- Verificar el correcto estado de la carretilla manual - Asegurarse antes de iniciar el recorrido de que no existen obstáculos que dificulten la movilidad.
Sobreesfuerzos	2	2	4	- Sobreesfuerzos producidos en el movimiento manual de los elementos de la cabina	- Manipular las cargas evitando posturas forzadas. - Utilizar medios mecánicos o varias personas para manipular las cargas cuando sobrepasen los 40 Kg.

4.3 Estudio de Seguridad y Salud

- INSTALACIÓN DE LA CABINA					
Estrés térmico	2	1	2	- Realización de trabajos en ambientes calurosos con exposición directa al sol	- Realizar descansos en zonas de sombra y beber agua de forma continuada
Iluminación	1	2	2	- Iluminación insuficiente en las zonas de trabajo.	- Se dispondrá de un portátil para iluminaciones puntuales de forma que se puedan garantizar 200 lux

- TRABAJOS Y ACABADOS BAJO CABINA					
RIESGO GENERADO	C	P	Nivel riesgo	Condición anómala	ACCIÓN CORRECTORA
Caída a distinto nivel	2	2	4	- Caída al acceder al interior del foso	- Utilización de una escalera móvil de longitud suficiente para acceder al foso
Caída de personas al mismo nivel	2	2	4	- Caída provocada al tropezar con objetos en las zonas de paso o de trabajo	- Se mantendrán los acceso y las zonas de trabajo limpias de materiales sobrantes u otros. - Las herramientas y piezas que no se utilicen se mantendrán ordenados y guardados.
Caída de objetos desprendidos	3	2	6	- Caída de objetos al foso mientras se realizan tareas	- Instalación de rodapiés en las barandillas de las aberturas de los huecos, y en el techo de la cabina. - No realizar trabajos en el hueco mientras se realiza el acabado bajo cabina. - Señalizar las aperturas del hueco con avisos de "personal trabajando en el hueco". - Utilización de casco durante todos los trabajos.
Pisadas sobre objetos	2	2	4	- Pisadas sobre objetos o materiales de la obra	- Mantener las zonas de trabajo limpias y ordenadas - Utilización de botas de seguridad con plantilla reforzada
Golpes o cortes por objetos o herramientas	2	3	6	- Cortes en la manipulación de los materiales del montaje	- Utilizar los guantes de dedos cortados para la realización del montaje.
Proyección de partículas o fragmentos	2	1	2	- Caída de partículas o polvo mientras se realizan las operaciones	- Utilizar gafas de protección visual durante estas operaciones.
Atrapamiento por o entre objetos	3	2	6	- Atrapamiento producido por un movimiento imprevisto de la cabina	- Asegurarse de la colocación de la colocación de los amortiguadores. - Antes de entrar o salir del foso y antes de iniciar los trabajos, se deberá fijar la cabina mediante la cadena de seguridad y el Tirak al mismo tiempo. - En el caso de no poder colocar la cadena de seguridad se utilizará un sistema alternativo de fijación de la cabina.
Iluminación	1	3	3	- Iluminación insuficiente en las zonas de trabajo.	- Se dispondrá de un portátil de forma que se puedan garantizar 200 lux

4.3 Estudio de Seguridad y Salud

- INSTALACIÓN DE LAS GUÍAS					
RIESGO GENERADO	C	P	Nivel riesgo	Condición anómala	ACCIÓN CORRECTORA
Caída a distinto nivel	3	2	6	- Caída desde las aperturas de los huecos	- Instalación de barandillas con listón intermedio en las aperturas de cada nivel. Si para acceder al techo de cabina se deben de sacar, se colocarán inmediatamente.
	3	2	6	- Caída al acceder a las diferentes zonas de trabajo o en las mismas zonas de trabajo.	- Estarán protegidos mediante barandillas con listón intermedio todas las escaleras y aberturas de acceso y en las zonas de trabajo.
	3	2	6	- Caída desde la plataforma de trabajo y a la entrada y salida de la plataforma de trabajo	- Instalación de una barandilla en el techo de la cabina para realizar los trabajos. - Utilización de la línea de vida para fijar el arnés durante la instalación de las guías
	3	1	3	- Caída por desprendimiento de la cabina	- Se deberá mantener en todo momento dos de los tres sistemas de seguridad activos en todo momento (TAKE 2): o Sistema de tracción del Tirak o Cadena de seguridad o Encuñamiento (mediante pedal o disparador automático, y limitador)
Caída de personas al mismo nivel	2	2	4	- Caída provocada al tropezar con objetos en las zonas de paso o de trabajo	- Se mantendrán los acceso y las zonas de trabajo limpias de materiales sobrantes u otros. - Las herramientas y piezas que no se utilicen se mantendrán ordenados y guardados.
Caída de objetos en manipulación	2	2	4	- Caída en la manipulación de los elementos de montaje	- Utilización de elementos mecánicos para izar de las guías. - Utilización de botas de seguridad con puntera reforzada - Comprobación del funcionamiento del pestillo de seguridad de los elementos elevadores
Caída de objetos desprendidos	3	2	6	- Caída de objetos al foso mientras se realizan tareas	- Instalación de rodapiés en las barandillas de las aperturas de los huecos, y en el techo de la cabina. - No introducirse en el foso mientras se están instalando las guías. - Señalizar las aberturas del hueco con avisos de "personal trabajando en el hueco". En caso de que trabajos próximos pudieran provocar la caída de objetos, se indicará a quien los realicen que detenga la actividad, o lo harán los propios montadores. - Utilización de casco durante todos los trabajos.
Pisadas sobre objetos	2	2	4	- Pisadas sobre objetos o materiales de la obra	- Mantener las zonas de trabajo limpias y ordenadas - Utilización de botas de seguridad con plantilla reforzada

4.3 Estudio de Seguridad y Salud

- INSTALACIÓN DE LAS GUÍAS					
Golpes o cortes por objetos o herramientas	2	3	6	- Cortes en la manipulación de los materiales del montaje	- Utilizar los guantes de dedos cortados para el montaje de las guías. - Utilizar los guantes de dedos completos para la manipulación de las guías.
Sobreesfuerzos	2	2	4	- Sobreesfuerzos producidos en el movimiento de las guías	- Manipular las guías evitando posturas forzadas. - Utilizar medios mecánicos o dos operarios para manipular las guías.
Contactos térmicos	2	1	2	- Quemaduras producidas al realizar soldaduras de los soportes	- Utilizar guantes de cuero y ropas ajustadas
Incendios	2	1	2	- Incendios producidos durante operaciones de soldadura de los soportes	- Mantener el hueco y las zonas adyacentes limpias de materiales combustibles. - Se deberá disponer en las inmediaciones un extintor de polvo ABC de al menos 3 Kg.
Exposición a sustancias químicas	2	1	2	- Exposición a los humos de la soldadura	- Utilización de mascarillas contra polvos o humos de soldadura - Asegurarse de que existe buena ventilación en la zona de trabajo
Ruido	2	1	2	- Exposición a ruido producido al realizar taladros para colocar los soportes	- Utilizar los protectores auditivos en cuando se den dichas situaciones.
Vibraciones	2	1	2	- Vibraciones producidas al utilizar herramientas eléctricas-	- No utilizar las herramientas eléctricas durante periodos largos de tiempo, intercalando periodos de descanso.
Estrés térmico	2	1	2	- Realización de trabajos en ambientes calurosos con exposición directa al sol	- Realizar descansos en zonas de sombra y beber agua de forma continuada
Iluminación	1	2	2	- Iluminación insuficiente en las zonas de trabajo.	- Se dispondrá de un portátil para iluminaciones puntuales de forma que se puedan garantizar 200 lux
Radiaciones no ionizantes	2	3	6	- Exposición a radiaciones no ionizantes en las operaciones de soldadura	- Se utilizará una pantalla de soldadura adecuada al tipo de soldadura que se realice. - No mantener zonas del cuerpo descubiertas - Si trabajan dos operarios en el hueco, los dos deben protegerse por pantalla o bien uno de ellos salir del mismo

4.3 Estudio de Seguridad y Salud

- INSTALACIÓN PARTE SUPERIOR DEL HUECO					
RIESGO GENERADO	C	P	Nivel riesgo	Condición anómala	ACCIÓN CORRECTORA
Caída a distinto nivel	3	2	6	- Caída al acceder a las diferentes zonas de trabajo o en las mismas zonas de trabajo.	- Estarán protegidos mediante barandillas con listón intermedio todas las escaleras y aberturas de acceso y en las zonas de trabajo.
	3	2	6	- Caída desde la plataforma de trabajo y a la entrada y salida de la plataforma de trabajo	- Instalación de una barandilla en el techo de la cabina para realizar los trabajos. - Utilización de la línea de vida para fijar el arnés durante la instalación de la parte superior el hueco
	3	1	3	- Caída por desprendimiento de la cabina	- Mantener en todo momento dos de los tres sistemas de seguridad activos en todo momento (TAKE 2): o Sistema del Tirak o Cadena de seguridad o Encuñamiento (mediante pedal o disparador automático, y limitador)
Caída de personas al mismo nivel	2	2	4	- Caída provocada al tropezar con objetos en las zonas de paso o de trabajo	- Se mantendrán los acceso y las zonas de trabajo limpias de materiales sobrantes u otros. - Las herramientas y piezas que no se utilicen se mantendrán ordenados y guardados.
Caída de objetos en manipulación	2	2	4	- Caída en la manipulación del motor o las guías	- Utilización de elementos mecánicos para el movimiento de cargas pesadas. - Utilización de botas de seguridad con puntera reforzada - Comprobación del funcionamiento del pestillo de seguridad de los elementos elevadores
Caída de objetos desprendidos	3	2	6	- Caída de objetos al foso mientras se instala el motor y las guías	- Instalación de rodapiés en las barandillas de las aberturas de los huecos, y en el techo de la cabina. - No permanecer en el foso mientras se realizan los trabajos sobre la cabina. - Utilización de casco durante todos los trabajos.
Pisadas sobre objetos	2	2	4	- Pisadas sobre objetos o materiales de la obra	- Mantener las zonas de trabajo limpias y ordenadas - Utilización de botas de seguridad con plantilla reforzada
Choques contra objetos inmóviles	2	1	2	- Golpes contra los materiales almacenados	- Mantener las zonas de trabajo libres de objetos o materiales que no se estén utilizando
Golpes o cortes por objetos o herramientas	2	2	4	- Cortes en la manipulación de los materiales del montaje	- Utilizar los guantes de dedos cortados para la realización del montaje. - Utilizar los guantes de dedos completos para la manipulación de del motor y las guías.
Proyección de partículas o fragmentos	2	2	4	- Proyección de partículas en las operaciones de taladro y de corte.	- Utilizar los protectores visuales siempre que se realicen estas funciones.

4.3 Estudio de Seguridad y Salud

- INSTALACIÓN PARTE SUPERIOR DEL HUECO					
Sobreesfuerzos	2	2	4	- Sobreesfuerzos producidos durante la instalación del motor	- Instalar el motor según el manual de montaje, manipulando las cargas y evitando posturas forzadas. - Utilizar la carretilla para el transporte del motor mecánicos o varias personas para manipular cargas que sobrepasen los 40 Kg.
Contactos térmicos	2	1	2	- Quemaduras producidas al realizar soldaduras	- Utilizar guantes de cuero y ropas ajustadas
Contactos eléctricos	3	1	3	- Contactos eléctricos con partes activas	- Utilizar y comprobar el buen funcionamiento del diferencial caja de conexiones de LA EMPRESA DE ASCENSORES - Mantener en buen estado las conexiones y los accesorios.
Atropellos o golpes con vehículos	3	1	3	- Atropello o golpes con los vehículos de transporte de material de las obras	- No salir de las zonas de trabajo - Utilizar los accesos estipulados para llegar hasta las zonas de trabajo
Incendios	2	1	2	- Incendios producidos durante operaciones de soldadura	- Mantener el hueco y las zonas adyacentes limpias de materiales combustibles. - Tener en las inmediaciones un extintor de polvo ABC de 6 kg o dos de 3 kg.
Exposición a sustancias químicas	2	1	2	- Exposición a los humos de la soldadura - Exposición a ambientes polvorientos provocados por otras actividades.	- Utilización de mascarillas contra polvos o humos de soldadura
Ruido	2	1	2	- Exposición a ruido producido al taladrar en el hueco o por trabajos realizados en las inmediaciones	- Utilizar los protectores auditivos en cuando se den dichas situaciones.
Vibraciones	2	1	2	- Vibraciones producidas al utilizar herramientas eléctricas-	- No utilizar las herramientas eléctricas durante periodos largos de tiempo, intercalando periodos de descanso.
28. Radiaciones ionizantes no	2	3	6	- Exposición a radiaciones no ionizantes en las operaciones de soldadura	- Se utilizará una pantalla de soldadura adecuada al tipo de soldadura que se realice. - No mantener zonas del cuerpo descubiertas - Si trabajan dos operarios en el hueco, los dos deben protegerse por pantalla o bien uno de ellos salir del mismo
29. Iluminación	1	2	2	- Iluminación insuficiente en las zonas de trabajo.	- Antes de empezar el montaje se instalará la iluminación del hueco. - Se dispondrá de un portátil para iluminaciones puntuales de forma que se puedan garantizar 200 lux
Estrés térmico	2	1	2	- Realización de trabajos en ambientes calurosos con exposición directa al sol	- Realizar descansos en zonas de sombra y beber agua de forma continuada

4.3 Estudio de Seguridad y Salud

- INSTALACIÓN PISADERA CABINA, PUERTAS DE PISO Y ARMARIO DE CONTROL					
RIESGO GENERADO	C	P	Nivel riesgo	Condición anómala	ACCIÓN CORRECTORA
Caída a distinto nivel	3	2	6	- Caída desde las aperturas de los huecos	- Instalación de barandillas con listón intermedio en las aberturas cada nivel
	3	1	3	- Caída desde la abertura del armario eléctrico	- Mantener la protección existente hasta que se coloque el armario eléctrico en el último piso.
	3	2	6	- Caída al acceder a las diferentes zonas de trabajo o en las mismas zonas de trabajo.	- Estarán protegidos mediante barandillas con listón intermedio todas las escaleras y aberturas de acceso y en las zonas de trabajo.
	3	2	6	- Caída desde la plataforma de trabajo	- Instalación de una barandilla en el techo de la cabina para realizar los trabajos.
	3	1	3	- Caída por desprendimiento de la cabina	- Mantener en todo momento dos de los tres sistemas de seguridad activos en todo momento (TAKE 2): <ul style="list-style-type: none"> o Sistema del Tirak o Cadena de seguridad o Encuñamiento (mediante pedal o disparador automático, y limitador)
Caída de personas al mismo nivel	2	2	4	- Caída provocada al tropezar con objetos en las zonas de paso o de trabajo	- Se mantendrán los acceso y las zonas de trabajo limpias de materiales sobrantes u otros. - Las herramientas y piezas que no se utilicen se mantendrán ordenados y guardados.
Caída de objetos en manipulación	2	2	4	- Caída en la manipulación de las puertas	- Utilización de elementos mecánicos para el traslado y montaje de las puertas. - Colocarse de forma segura mientras se montan las puertas tal y como se indica en el manual de montaje. - Utilización de botas de seguridad con puntera reforzada - Comprobación del funcionamiento del pestillo de seguridad de los elementos elevadores
Pisadas sobre objetos	2	2	4	- Pisadas sobre objetos o materiales de la obra	- Mantener las zonas de trabajo limpias y ordenadas - Utilización de botas de seguridad con plantilla reforzada
Choques contra objetos inmóviles	2	1	2	- Golpes contra los materiales almacenados	- Asegurarse antes de iniciar el traslado de las puertas de que las zonas de paso se encuentran libres de obstáculos.
Golpes o cortes por objetos o herramientas	2	3	6	- Cortes en la manipulación de las puertas	- Utilizar los guantes de dedos cortados para la realización del montaje. - Utilizar los guantes de dedos completos para la manipulación de las puertas.

4.3 Estudio de Seguridad y Salud

- INSTALACIÓN PISADERA CABINA, PUERTAS DE PISO Y ARMARIO DE CONTROL					
Sobreesfuerzos	2	2	4	- Sobreesfuerzos producidos en el traslado y montaje de las puertas	- Manipular las puertas evitando posturas forzadas. - Utilizar medios mecánicos o varias personas para manipular cargas que superen los 40 Kg.
Atropellos o golpes con vehículos	3	1	3	- Atropello o golpes con los vehículos de transporte de material de las obras	- No salir de las zonas de trabajo - Utilizar los accesos estipulados para llegar hasta las zonas de trabajo
Incendios	2	1	2	- Incendios producidos durante operaciones de soldadura	- Mantener el hueco y las zonas adyacentes limpias de materiales combustibles. - Tener en las inmediaciones un extintor de al menos 3 Kg. De polvo ABC
Ruido	2	1	2	- Exposición a ruido producido al taladrar en el hueco o por trabajos realizados en las inmediaciones	- Utilizar los protectores auditivos en cuando se den dichas situaciones.
Estrés térmico	2	1	2	- Realización de trabajos en ambientes calurosos con exposición directa al sol	- Realizar descansos en zonas de sombra y beber agua de forma continuada
Iluminación	1	2	2	- Iluminación insuficiente en las zonas de trabajo.	- Se dispondrá de un portátil para iluminaciones puntuales de forma que se puedan garantizar 200 lux

4.3 Estudio de Seguridad y Salud

- INSTALACIÓN EMBOCADURAS DE CABINA Y PUERTA DE CABINA					
RIESGO GENERADO	C	P	Nivel riesgo	Condición anómala	ACCIÓN CORRECTORA
Caída a distinto nivel	3	2	6	- Caída desde la plataforma de trabajo	- Instalación de una barandilla en el techo de la cabina para realizar los trabajos.
	3	1	3	- Caída por desprendimiento de la cabina	- Mantener en todo momento dos de los tres sistemas de seguridad activos en todo momento: <ul style="list-style-type: none"> o Sistema del Tirak o Cadena de seguridad o Encuñamiento (mediante pedal o disparador automático, y limitador)
Caída de personas al mismo nivel	2	2	4	- Caída provocada al tropezar con objetos en las zonas de paso o de trabajo	- Se mantendrán los acceso y las zonas de trabajo limpias de materiales sobrantes u otros. - Las herramientas y piezas que no se utilicen se mantendrán ordenados y guardados.
Caída de objetos en manipulación	2	2	4	- Caída en la manipulación de los elementos de montaje	- Utilización de elementos mecánicos para el movimiento de cargas pesadas. - Utilización de botas de seguridad con puntera reforzada - Comprobación del funcionamiento del pestillo de seguridad de los elementos elevadores
Caída de objetos desprendidos	3	2	6	- Caída de objetos al foso mientras se realizan tareas	- No permanecer en el foso mientras se realizan trabajos sobre la cabina. - Señalizar las aberturas del hueco con avisos de “personal trabajando en el hueco”. - Utilización de casco durante todos los trabajos.
Pisadas sobre objetos	2	2	4	- Pisadas sobre objetos o materiales de la obra	- Mantener las zonas de trabajo limpias y ordenadas - Utilización de botas de seguridad con plantilla reforzada
Choques contra objetos inmóviles	2	1	2	- Golpes contra los materiales almacenados	- Mantener las zonas de trabajo libres de objetos o materiales que no se estén utilizando
Golpes o cortes por objetos o herramientas	2	3	6	- Cortes en la manipulación y montaje de la puerta de cabina	- Utilizar los guantes de dedos cortados para la realización del montaje. - Utilizar los guantes de dedos completos durante la manipulación de la puerta.
Sobreesfuerzos	2	1	2	- Sobreesfuerzos producidos en el movimiento y colocación de la puerta y las embocaduras	- Manipular las cargas evitando posturas forzadas.

4.3 Estudio de Seguridad y Salud

- INSTALACIÓN EMBOCADURAS DE CABINA Y PUERTA DE CABINA					
Ruido	2	1	2	- Exposición a ruido producido al taladrar en el hueco o por trabajos realizados en las inmediaciones	- Utilizar los protectores auditivos en cuando se den dichas situaciones.
Estrés térmico	2	1	2	- Realización de trabajos en ambientes calurosos con exposición directa al sol	- Realizar descansos en zonas de sombra y beber agua de forma continuada
Iluminación	1	2	2	- Iluminación insuficiente en las zonas de trabajo.	- Se dispondrá de un portátil para iluminaciones puntuales de forma que se puedan garantizar 200 lux

4.3 Estudio de Seguridad y Salud

- ELECTRIFICACIÓN					
RIESGO GENERADO	C	P	Nivel riesgo	Condición anómala	ACCIÓN CORRECTORA
Caída a distinto nivel	3	1	3	- Caída desde el techo de cabina	- Cuando las aberturas entre la cabina y la pared del hueco sean superiores a 85 cm, se deberá utilizar el arnés de seguridad.
	2	2	4	- Caída al acceder al interior del foso	- Utilización de una escalera móvil de longitud suficiente para acceder al foso
Caída de personas al mismo nivel	2	2	4	- Caída provocada al tropezar con objetos en las zonas de paso o de trabajo	- Se mantendrán los acceso y las zonas de trabajo limpias de materiales sobrantes u otros. - Las herramientas y piezas que no se utilicen se mantendrán ordenados y guardados.
Caída de objetos en manipulación	1	2	2	- Caída en la manipulación de los elementos de montaje	- Utilización de botas de seguridad con puntera reforzada.
Caída de objetos desprendidos	3	2	6	- Caída de objetos al foso mientras se realizan tareas	- Instalación de rodapiés en las barandillas de las aberturas de los huecos, y en el techo de la cabina. - No permanecer en el foso mientras se realizan trabajos sobre la cabina. - Señalizar las aberturas del hueco con avisos de “personal trabajando en el hueco”. - Utilización de casco durante todos los trabajos.
Pisadas sobre objetos	2	2	4	- Pisadas sobre objetos o materiales de la obra	- Mantener las zonas de trabajo limpias y ordenadas - Utilización de botas de seguridad con plantilla reforzada
Choques contra objetos inmóviles	2	1	2	- Golpes contra los materiales almacenados	- Mantener las zonas de trabajo libres de objetos o materiales que no se estén utilizando
Golpes o cortes por objetos o herramientas	2	1	2	- Cortes al utilizar herramientas de corte	- Utilizar cada tipo de herramienta para lo que ha sido diseñada y utilizarla de forma segura.
Proyección de partículas o fragmentos	2	1	2	- Proyección de partículas en las operaciones de corte.	- Utilizar los protectores visuales siempre que se realicen estas funciones.
Atrapamiento por o entre objetos	3	1	3	- Aplastamiento producido durante la instalación debajo de la cabina	- Antes de introducirse debajo de la cabina se fijará ésta mediante la cadena de seguridad, en el caso de no ser posible se bloqueará la cabina mediante un sistema mecánico que evite un desplazamiento accidental
Estrés térmico	2	1	2	- Realización de trabajos en ambientes calurosos con exposición directa al sol	- Realizar descansos en zonas de sombra y beber agua de forma continuada
Iluminación	1	2	2	- Iluminación insuficiente en las zonas de trabajo.	- Se dispondrá de un portátil para iluminaciones puntuales de forma que se puedan garantizar 200 lux

4.3 Estudio de Seguridad y Salud

- INSTALACIÓN INTERIOR DE CABINA					
RIESGO GENERADO	C	P	Nivel riesgo	Condición anómala	ACCIÓN CORRECTORA
Caída a distinto nivel	3	1	3	- Caída por desprendimiento de la cabina	- Mantener en todo momento dos de los tres sistemas de seguridad activos en todo momento: <ul style="list-style-type: none"> o Sistema del Tirak o Cadena de seguridad o Encuñamiento (mediante pedal o disparador automático, y limitador)
Caída de personas al mismo nivel	1	2	2	- Caída provocada al tropezar con objetos en las zonas de paso o de trabajo	- Se mantendrán los acceso y las zonas de trabajo limpias de materiales sobrantes u otros. - Las herramientas y piezas que no se utilicen se mantendrán ordenados y guardados.
Pisadas sobre objetos	2	1	2	- Pisadas sobre objetos o materiales de la obra	- Mantener las zonas de trabajo limpias y ordenadas - Utilización de botas de seguridad con plantilla reforzada
Choques contra objetos inmóviles	2	1	2	- Golpes contra los materiales almacenados	- Mantener las zonas de trabajo libres de objetos o materiales que no se estén utilizando
Golpes o cortes por objetos o herramientas	2	1	2	- Cortes al utilizar herramientas de corte	- Utilizar cada tipo de herramienta para lo que ha sido diseñada y utilizarla de forma segura.
Proyección de partículas o fragmentos	2	1	2	- Caída de partículas en los ojos durante los trabajos de montaje del interior de la cabina.	- Utilizar los protectores visuales siempre que se realicen estas funciones.
Sobreesfuerzos	2	1	2	- Sobreesfuerzos producidos en el movimiento manual de cargas	- Manipular las cargas evitando posturas forzadas.
Estrés térmico	2	1	2	- Realización de trabajos en ambientes calurosos con exposición directa al sol	- Realizar descansos en zonas de sombra y beber agua de forma continuada
Iluminación	1	2	2	- Iluminación insuficiente en las zonas de trabajo.	- Se dispondrá de un portátil para iluminaciones puntuales de forma que se puedan garantizar 200 lux

4.3 Estudio de Seguridad y Salud

- CABLEADO					
RIESGO GENERADO	C	P	Nivel riesgo	Condición anómala	ACCIÓN CORRECTORA
Caída a distinto nivel	2	2	4	- Caída al acceder al interior del foso	- Utilización de una escalera móvil de longitud suficiente para acceder al foso
	3	2	6	- Caída desde la plataforma de trabajo	- Instalación de una barandilla en el techo de la cabina para realizar los trabajos.
	3	1	3	- Caída por desprendimiento de la cabina	- Mantener en todo momento dos de los tres sistemas de seguridad activos en todo momento: <ul style="list-style-type: none"> o Sistema del Tirak o Cadena de seguridad o Encuñamiento (mediante pedal o disparador automático, y limitador)
Caída de personas al mismo nivel	2	2	4	- Caída provocada al tropezar con objetos en las zonas de paso o de trabajo	- Se mantendrán los acceso y las zonas de trabajo limpias de materiales sobrantes u otros. - Las herramientas y piezas que no se utilicen se mantendrán ordenados y guardados.
Caída de objetos en manipulación	2	2	4	- Caída en la manipulación de los elementos de montaje	- Utilización de elementos mecánicos para el movimiento de cargas pesadas. - Utilización de botas de seguridad con puntera reforzada - Comprobación del funcionamiento del pestillo de seguridad de los elementos elevadores
Caída de objetos desprendidos	3	2	6	- Caída de objetos al foso mientras se realizan tareas	- Instalación de rodapiés en las barandillas de las aberturas de los huecos, y en el techo de la cabina. - No realiza trabajos sobre el techo de la cabina mientras se realizan trabajos debajo de la cabina. - Señalizar las aberturas del hueco con avisos de "personal trabajando en el hueco". - Utilización de casco durante todos los trabajos.
Pisadas sobre objetos	2	2	4	- Pisadas sobre objetos o materiales de la obra	- Mantener las zonas de trabajo limpias y ordenadas - Utilización de botas de seguridad con plantilla reforzada
Choques contra objetos inmóviles	2	1	2	- Golpes contra los materiales almacenados	- Mantener las zonas de trabajo libres de objetos o materiales que no se estén utilizando
Golpes o cortes por objetos o herramientas	2	3	6	- Cortes en la manipulación de los cables y de las pesas del contrapeso	- Utilizar los guantes de dedos cortados para la realización del montaje. - Utilizar los guantes de dedos completos para la manipulación de las pesas y los cables.

4.3 Estudio de Seguridad y Salud

- INSTALACIÓN EMBOCADURAS DE CABINA Y PUERTA DE CABINA					
RIESGO GENERADO	C	P	Nivel riesgo	Condición anómala	ACCIÓN CORRECTORA
9. Atrapamiento por o entre objetos	3	2	6	- Atrapamientos producidos durante la realización de los trabajos debajo de la cabina	- Asegurarse de la colocación de la colocación de los amortiguadores. - Antes de entrar o salir del foso y antes de iniciar los trabajos, se deberá fijar la cabina mediante la cadena de seguridad y el Tirak al mismo tiempo. - En el caso de no poder colocar la cadena de seguridad se utilizará un sistema alternativo de fijación de la cabina.
13. Sobreesfuerzos	2	2	4	- Sobreesfuerzos producidos durante la colocación de la viga inferior de las poleas	- Manipular la viga evitando posturas forzadas. - Manipular la viga tal y como se indica en el manual de montaje
	2	2	4	- sobreesfuerzos producidos durante la colocación de las pesas del contrapeso	- Situar el techo de cabina y las pesas en el mismo nivel evitando los movimientos verticales de las pesas
15. Contactos térmicos	2	1	2	- Quemaduras producidas al realizar soldaduras	- Utilizar guantes de cuero y ropas ajustadas
26. Estrés térmico	2	1	2	- Realización de trabajos en ambientes calurosos con exposición directa al sol	- Realizar descansos en zonas de sombra y beber agua de forma continuada
29. Iluminación	1	2	2	- Iluminación insuficiente en las zonas de trabajo.	- Se dispondrá de un portátil para iluminaciones puntuales de forma que se puedan garantizar 200 lux
Proyección de partículas o fragmentos	2	2	4	- Proyección de partículas en las operaciones de taladro y de corte.	- Utilizar los protectores visuales siempre que se realicen estas funciones.

4.3 Estudio de Seguridad y Salud

- FINALIZACIÓN Y PUESTA EN MARCA					
RIESGO GENERADO	C	P	Nivel riesgo	Condición anómala	ACCIÓN CORRECTORA
Caída a distinto nivel	2	2	4	- Caída al acceder al interior del foso	- Utilización de una escalera móvil de longitud suficiente para acceder al foso
Caída de personas al mismo nivel	2	1	2	- Caída provocada al tropezar con objetos en las zonas de paso o de trabajo	- Se mantendrán los accesos y las zonas de trabajo limpias de materiales sobrantes u otros. - Las herramientas y piezas que no se utilicen se mantendrán ordenados y guardados.
Caída de objetos desprendidos	3	1	3	- Caída de objetos al foso mientras se realizan tareas	- Instalación de rodapiés en las barandillas de las aberturas de los huecos, y en el techo de la cabina. - No permanecer en el foso mientras se realizan trabajos sobre la cabina. - Señalizar las aberturas del hueco con avisos de "personal trabajando en el hueco". - Utilización de casco durante todos los trabajos.
Pisadas sobre objetos	2	2	4	- Pisadas sobre objetos o materiales de la obra	- Mantener las zonas de trabajo limpias y ordenadas - Utilización de botas de seguridad con plantilla reforzada
Golpes o cortes por objetos o herramientas	2	2	4	- Cortes en la manipulación de los materiales del montaje	- Utilizar los guantes de dedos cortados para la realización del montaje. - Utilizar los guantes de dedos completos para la manipulación de materiales y cables.
Atrapamiento por o entre objetos	3	1	3	- Atrapamientos en las poleas de tracción y de reenvío del contrapeso	- Señalizar el peligro de atrapamiento en la proximidad de la zona de peligro.
	3	1	3	- Atrapamiento producido por una puesta en marcha intempestiva	- Asegurarse de que al acceder al techo de cabina el conmutador se encuentra en inspección y se ha comprobado el funcionamiento del STOP y de la botonera en inspección. No acceder con el conmutador en posición en NORMAL - Cerrar la puerta del cuarto de máquinas cuando no se esté trabajando en él

4.3 Estudio de Seguridad y Salud

- INSTALACIÓN EMBOCADURAS DE CABINA Y PUERTA DE CABINA					
RIESGO GENERADO	C	P	Nivel riesgo	Condición anómala	ACCIÓN CORRECTORA
Sobreesfuerzos	2	2	4	- Sobreesfuerzos producidos durante el reequilibrado del contrapeso	- Manipular los pesos evitando posturas forzadas. - Facilitar la colocación de las pesas situando el techo de cabina de forma que se facilite su colocación.
Contactos eléctricos	3	1	3	- Contactos eléctricos con partes activas	- Utilizar y comprobar el buen funcionamiento del diferencial de la instalación. - Antes de manipular en partes activas verificar que no existe tensión.
	3	2	6	- Riesgo de electrocución durante el proceso de conexión del ascensor a la red eléctrica	- Desconectar el interruptor general y bloquearlo mediante candado señalizado que no se puede conectar dicho interruptor. - Verificar la ausencia de tensión. - En el caso de que no se pueda garantizar el bloqueo del interruptor general, se utilizarán los guantes de protección dieléctrica.
Estrés térmico	2	1	2	- Realización de trabajos en ambientes calurosos con exposición directa al sol	- Realizar descansos en zonas de sombra y beber agua de forma continuada
Iluminación	1	2	2	- Iluminación insuficiente en las zonas de trabajo.	- Se dispondrá de un portátil para iluminaciones puntuales de forma que se puedan garantizar 200 lux

4.3.2.3 Organización y planificación de la seguridad en la instalación

4.3.2.3.1 Implantación de la instalación

- Señalización y vallado

La empresa de ascensores señalizará la instalación antes de comenzar los trabajos con advertencias en cada nivel de “Personal trabajando en el hueco”.

El contratista o el promotor deberá tener protegidas las aberturas del hueco en cada nivel mediante una barandilla de 90 cm de altura, barra intermedia y rodapiés de 15 cm. Dicha barandilla debe ser rígida y segura sin impedir la realización de los trabajos.

- Instalación eléctrica

El contratista o promotor deberá facilitar una conexión eléctrica trifásica más neutro y toma de tierra con una capacidad de al menos 3 Kw y una resistencia de tierra inferior a 50 ohms para poder conectar la caja eléctrica de instalación que dispone de protección diferencial y magnetotérmico, siendo la empresa de ascensores responsable desde la caja propia de conexiones, y el contratista de la línea eléctrica hasta la caja.

- Plan de accesos, zonificación y circulación por la obra

Antes del inicio de la instalación el contratista o el promotor facilitará a la empresa de ascensores el plan de acceso a las diferentes zonas de trabajo, indicando las pasos de circulación seguros.

Asimismo, se determinará una zona de trabajo alrededor de cada uno de los diferentes niveles de las que será responsable la empresa de ascensores en función de la actividad a realizar en dicha zona:

- Primer nivel: Almacén y entrada de materiales al hueco. Identificada y proporcionada por el constructor o promotor.
- Niveles intermedios: montajes de puertas
- Ultimo nivel: Montaje de puerta y de cuadro eléctrico.

Si otros subcontratistas debieran realizar trabajos en las zonas asignadas a la empresa de ascensores o en sus inmediaciones que pudieran afectar a la seguridad de los trabajadores, la empresa de ascensores informará al Coordinador de Seguridad y Salud de la Obra y/o Dirección Facultativa para que adopten las medidas necesarias.

- Orden y limpieza. Revisiones y mantenimiento de los equipos de trabajo.

La empresa de ascensores es responsable de mantener ordenadas, limpias y protegidas las zonas de trabajo que le hayan sido asignadas durante la ordenación de los trabajos para los que ha sido contratada y dejarlas ordenadas para los trabajos siguientes, salvo en caso de que la ordenación de terceros pudiera afectar a dichas zonas, el Coordinador de Seguridad o el Jefe de Obra, será el responsable de la ordenación de las mismas.

Una vez finalizado el montaje de las instalaciones, la empresa de ascensores no será responsable del uso indebido de las mismas por parte del resto de las contratas y subcontratas que queden en la obra.

4.3.2.3.2 Control y gestión de la seguridad

- Personas responsables

El Supervisor es el trabajador designado por la empresa de ascensores en materia de prevención de riesgos en su ámbito de trabajo y de la revisión y ejecución del Plan de Seguridad y Salud.

- Riesgos generados por la actividad (exportados)

Existen dos riesgos que pueden afectar a terceros a causa de la realización de los trabajos:

- *Caídas a diferente nivel:*

Durante la instalación del ascensor y hasta la colocación de las puertas, y mientras los operarios de la empresa de ascensores permanezcan en las instalaciones, serán responsables de mantener las protecciones de hueco en cada uno de los niveles. Estas protecciones comprenden una barandilla de 0.90 metros de altura, con barra intermedia y rodapié.

- *Golpes contra objetos móviles*

Durante la instalación del ascensor se señalizará dicho riesgo mediante una advertencia en la abertura de hueco en cada nivel.

- Riesgos generados por terceros (importados)

En el momento de realizar este Plan de Seguridad y Salud, no se puede prever este punto. Como consideraciones generales se tendrán:

- No se podrán realizar actividades por terceros en las inmediaciones de las aberturas de hueco en cada uno de los niveles.
- Se deberá mantener la zona de rellano en cada uno de los niveles libres de objetos o cables ajenos a las instalaciones de los aparatos elevadores

Cuando se produzcan riesgos generados por terceros el empleado de la empresa de ascensores correspondiente informará inmediatamente al Encargado de Obra, al Supervisor y al Coordinador de Seguridad.

- Previsión de medidas preventivas para trabajos posteriores

Las medidas preventivas para la realización de trabajos posteriores a la instalación, se encuentran incluidos en la legislación de aparatos elevadores, la cual es necesaria cumplir para la certificación del equipo, y que se incluye en las características de diseño y en el manual de instalación.

- Incidencias de seguridad

En el caso de que se detectaran situaciones de riesgo que puedan afectar a la seguridad de los trabajadores, se seguirá la siguiente secuencia de actuaciones:

1. Lo intentará resolver el operario con sus medios propios.
2. Se informará al Supervisor y al Jefe de obra para que tomen cartas en el asunto.
3. Se informará al Coordinador de Seguridad en el caso de que el riesgo persista o si el Jefe de obra no ha adoptado las medidas necesarias para eliminar el riesgo.
4. Se suspenderá la actividad hasta que el riesgo no haya sido eliminado o reducido.
5. Se realizará una anotación en el Libro de Incidencias como último recurso.

4.3.3 Pliego de condiciones

4.3.3.1 Normativa legal de aplicación

1. Ley 31/1995 del 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.
2. Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
3. Ley 38/1999 de 5 de noviembre, de la Ordenación de la Edificación.
4. Directiva 95/16/CEE por la que se modifica la directiva 84/529/CEE relativa a la aproximación de las legislaciones de los estados miembros sobre los ascensores.
5. Reglamento de seguridad para la construcción e instalación de ascensor. Parte 1: Ascensores Eléctricos: EN 81-1. Parte 2: Ascensores Hidráulicos: EN-81-2.
6. RESOLUCIÓN de 3 de abril de 1997 que complementa la ORDEN de 23 de septiembre de 1987, que aprueba la Instrucción Técnica Complementaria MIE-AEM 1 del Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención, referente a Normas de Seguridad para Construcción e Instalación de Ascensores Electromecánicos.
7. R.D. 39/1997 de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
8. REAL DECRETO 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción
9. R.D. 485/1997 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
10. R.D.486/1997 de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
11. R. D. 487/1997 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
12. R. D. 773/1997 de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y Salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual
13. R. D. 1215/1997 de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo
14. R. D. 1316/1989 de 27 de octubre sobre la protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de su exposición al ruido durante el trabajo

15. R.D. 1470/1992 de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.
16. R.D. 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción
17. R.D. 171/2004 Sobre coordinación de actividades empresariales.
18. REAL DECRETO 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.
19. Sistema de Calidad y Prevención de LA EMPRESA DE ASCENSORES y ABC de Seguridad de LA EMPRESA DE ASCENSORES
20. Guía del INSHT de Evaluación de Riesgos para pequeñas y medianas empresa
21. RD 604/2006, de 19 de Mayo, por el que se modifica el RD 39/1997 y el RD 1627/1997
22. Pliego de condiciones del cliente

4.3.3.2 Subcontratistas y autónomos

Las empresas subcontratadas o trabajadores autónomos que realicen trabajos por cuenta de la empresa de ascensores se adhieren a este Plan de Seguridad y Salud a través del Acuerdo de Colaboración, conociendo los sistemas de montaje y los sistemas de seguridad necesarios para la correcta realización de los trabajos habiendo sido previamente informado

4.3.3.3 Seguro de responsabilidad civil

Se dispone de cobertura en materia de responsabilidad civil en el ejercicio de su actividad industrial, cubriendo el riesgo inherente a su actividad por los daños a terceras personas de las que pueda resultar una responsabilidad civil extra contractual a su cargo, por los hechos nacidos de culpa o negligencia, imputables al mismo o a las personas o de las personas bajo su responsabilidad.

Se entiende que esta responsabilidad civil ha de quedar ampliada al campo de la responsabilidad civil patronal.

La empresa de ascensores tendrá contratada una aseguradora en la modalidad de todo riesgo en el montaje durante el plan de ejecución de la obra con la ampliación de mantenimiento de un año, contemplado a partir de la fecha de finalización definitiva de la obra.

4.3.3.4 Pliego de condiciones técnicas y jurídicas

- Condiciones técnicas

En todo lo referente a la adquisición, recepción y uso de los materiales, herramienta o maquinaria que se utilice para la obra, se atenderá a las prácticas de la buena instalación, con personal especializado y cualificado en cada parte de la obra que así lo requiera.

Las protecciones auxiliares que pertenezcan a la obra básica permitirán la correcta ejecución de la obra de edificación, así como el cumplimiento de la seguridad del Plan de Seguridad, cumpliendo con la seguridad que requiera cada caso.

Los trabajos de montaje de los sistemas de protección, desde el inicio hasta el fin, dispondrán del mismo grado de seguridad que el conjunto terminado.

La colocación de las protecciones auxiliares colectivas requerirá la utilización en caso necesario de sistemas de protección individuales.

Todos los aspectos técnicos y condiciones técnicas requeridas para el montaje vienen indicados en el Manual de Montaje y en los Planos de Montaje de la escalera.

La maquinaria y equipos de trabajo utilizados deberán disponer del correspondiente marcado CE de Seguridad, según el RD 1435/92.

Los Equipos de Protección Individual dispondrán de marcado CE, lo que indica conformidad con la norma armonizada de aplicación correspondiente según se indica en el R.D. 1470/92 de 20 de Noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual

- Condiciones jurídicas

De acuerdo con el artículo 11 del R.D 1627/1997 la empresa de ascensores está obligada a:

- Aplicar los principios de la actividad preventiva que se recoge en el art. 15 de la LPRL, en particular al desarrollar las tareas o actividades indicadas en el art. 10 del R.D 1627/1997.
- Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud al que se refiere el art. 7 del R.D. 1627/1997.
- Cumplir con la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta, las obligaciones sobre coordinación de actividades empresariales, así como cumplir las disposiciones mínimas en la ejecución de la obra.
- Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud en la obra.
- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, en su caso, de la dirección facultativa.

La empresa de ascensores se responsabilizará única y exclusivamente durante los trabajos de montaje e instalación de los aparatos elevadores que deban ser desarrollados tanto por sus propios trabajadores como por los subcontratistas o trabajadores autónomos que por ella pudieran ser contratados, que llevarán a cabo

sus tareas teniendo en cuenta todas y cada una de las medidas preventivas que pudieran fijarse en virtud de lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.

Todos los materiales satisfarán las condiciones establecidas en el Plan de Seguridad y Salud. Se rechazarán los que no se ajusten a las prescripciones, estén defectuosos o no reúnan condiciones de calidad.

4.3.4 Mediciones y presupuesto

4.3.4.1 Protecciones individuales

En la siguiente tabla se describen las protecciones individuales necesarias en el proyecto, junto con su respectivo precio y medición

Tabla 31 Protecciones individuales

Descripción	Precio(€)	Medición
CASCO DE SEGURIDAD Casco de seguridad para uso normal, de polietileno, con un peso máximo de 400 gr., homologado.	7,84	1ud/cada operario y supervisor
EQUIPO DE SOLDADURA ELECTRICA Pantalla facial para soldadura eléctrica, con marco abatible de mano y soporte de poliéster reforzado con fibra de vidrio vulcanizada de 1,35 mm de grosor, Manoplas, mandil y polainas	68	1ud /pareja de operarios
GUANTES DE PROTECCIÓN Un par de guantes para uso general, de piel, con forro interior y sujeción elástica con los dedos cortados , un par de guantes dedos completos para manejo de cargas y un par de guantes de nitrilo para limpieza de grasa o aceite	5,48	1ud /operario
PAR DE GUANTES Un par de guantes dieléctricos contra riesgos de contactos eléctricos	8,13	1ud/operario
MASCARILLA CONTRA POLVO Una mascarilla para evitar la inhalación de polvo inorgánico FFP1S	0,97	1ud/operario
PAR DE BOTAS Par de botas de seguridad resistente a la humedad, de piel rectificadas, suela antideslizante y antiestática, con plantilla y puntera metálica y homologadas	22,88	1ud/ operario
AURICULARES DE PROTECCIÓN AUDITIVA Equipo de protección auditiva contra la exposición al ruido de tipo auricular, adaptable a su uso con el casco de seguridad	30	1ud/ operario
GAFAS DE PROTECCIÓN OCULAR Gafas de protección ocular contra proyecciones de partículas, graduadas si así se requiere	32	1ud/ operario
EQUIPOS DE PROTECCIÓN ANTI CAÍDAS Equipo de protección anticaídas formado por un arnés, línea de vida, cuerda arnés, mosquetones y autobloqueo.	263	1ud/ operario

4.4 Plan de gestión ambiental

4.4.1 Objeto y alcance

El presente Plan correspondiente a la obra en estudio describe y establece las pautas a seguir para asegurar que:

- los residuos generados son los mínimos posibles
- los residuos generados son correctamente gestionados
- el impacto medioambiental producido por nuestra actividad sea el mínimo posible.

Por ello, este Plan constituye la aplicación de la política Medioambiental implantada por la empresa de ascensores Refleja el conjunto de actuaciones planificadas y sistemáticas desarrolladas para proporcionar al cliente la garantía de que se cumplirán las exigencias del contrato y de los demás documentos de referencia.

4.4.2 Documentación de referencia aplicable

Las normas y legislación vigente aplicable al plan de Gestión Medioambiental son:

- Modelo de Contrato, Refª EM05-EM35 al EM38-Contrato de obras Rev 1 y sus anexos.
- El presente documento, Condiciones Particulares de Contratación de Obras, refª. CPCO-PF- EM05-EM35 al EM38 de fecha 25/06/2008 y los anexos números 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8
- Proyecto de Ejecución (Planos, mediciones, memoria, etc.).
- Normas básicas y Normas tecnológicas de edificación, Reglamentos electrotécnico de baja tensión y de aparatos de elevación, así como cualesquiera Normas legales, Ordenanzas Municipales o Reglamentos que resulten de obligado cumplimiento.
- Decret 201/1994, regulador de los derrumbes y otros residuos de la construcción (modificado por Decreto 161/2001)
- Ley 10/1998 de 21 de abril, de Residuos
- RD 782/1998 de 30 de abril, por el que se aprueba el Reglamento para el desarrollo y la ejecución de la Ley 11/1997 de abril, de Envases y residuos de Envases
- RD 952/97 que modifica el Reglamento sobre RTP (RD 883/88)
- RD 883/88, excepto art. 50, 51 y 56
- Norma UNE-EN-ISO 14001:1996
- Instrucciones y Documentación Técnica de La empresa de ascensores aplicable a la instalación y Montaje de los Ascensores

4.4.3 Responsabilidades

Las responsabilidades para que el Plan de Gestión Medioambiental se cumpla durante el transcurso de la obra corresponden a:

- Supervisor: coordina y vela por el cumplimiento de este Plan en esta obra.
- Montadores, proveedores y subcontratistas: cumplen con los apartados relacionados que les afectan de este Plan

4.4.4 Evaluación de aspectos medioambientales

Se han identificado los siguientes aspectos medioambientales para las actividades que realiza La empresa de ascensores en esta obra. Y se han evaluado en función de su impacto potencial, cumplimiento legal, grado de peligrosidad, frecuencia y probabilidad-gravedad del riesgo de accidente para ver si son aspectos significativos o no.

Tabla 32 Aspectos medioambientales

Aspecto medioambiental (CODIGO CER)	Impacto potencial	Aspecto significativo	Acción correctora	Gestión de los residuos generados
Madera (170 201), cartón (150 101) y plásticos (170 203)	Generación de basura asimilable a “residuos sólidos urbanos” inertes	No significativo	<ul style="list-style-type: none"> - Aprovechar los propios embalajes para depositar los residuos - Almacenar estos residuos en el espacio que tenemos reservado para nuestro material 	Operario lo comunica al supervisor, que coordina con el transportista la recogida.
Disolvente de desengrase de guías (070 103)	Generación de residuos especiales	No significativo	<ul style="list-style-type: none"> - Reutilizar el bote para más de una obra hasta que se acabe. - Operario lleva el bote vacío al contenedor que hay en las oficinas 	A través de gestor autorizado
Grasas o aceites (130 203)	Generación de residuos especiales	No significativo	<ul style="list-style-type: none"> - Reutilizar el bote sobrante en la instalación para el mantenimiento - Operario lleva el bote vacío al contenedor que hay en las oficinas 	A través de gestor autorizado
Trapos manchados con restos de aceite y disolventes (150 101)	Generación de residuos especiales	No significativo	Operario los lleva al contenedor que hay en la oficina	A través de gestor autorizado

4.4.5 Documentación e incidencias

La única documentación generada en esta obra desde el punto de vista medioambiental son los albaranes de recogida de residuos, que se archivan en la carpeta de Obra del Supervisor.

Todos los operarios disponen de un Manual de Montaje en el que se describe cada una de las fases del montaje y los útiles o herramientas a utilizar. Además también pueden disponer de la Documentación Técnica necesaria para poder realizar correctamente su trabajo.

Cualquier incidencia de producto (ascensores o componentes) o de proceso (fases del proceso de montaje) que afecte al Medio Ambiente (vertidos,...) se tratan como si fuera una No Conformidad. Toda incidencia, No Conformidad o riesgo detectado le será comunicado al Cliente para que adopte las medidas oportunas para resolverlo.

Si en el proceso de montaje se detecta algún tipo de riesgo ambiental por parte del operario o supervisor, se lo comunicará a su inmediato superior y al representante del Cliente para que se adopten las medidas necesarias que eviten que ese riesgo se convierta en un accidente.

4.4.6 Almacenamiento y conservación

Todos los materiales que hayan sido recepcionados en obra, deberán disponer de un espacio suficiente para poder ser almacenados junto con los residuos generados. Además el lugar dispuesto para ello estará protegido para evitar actos vandálicos o deterioro por agentes meteorológicos. La manipulación de los mismos será realizada por personal de la empresa de ascensores o por personal de la obra siempre supervisado por el personal de la empresa de ascensores.

Capítulo 5

Estudio transporte vertical de la obra

5.1 Introducción al cálculo de costes

Para calcular el coste total del proyecto se realizará siguiendo el siguiente esquema:

- Costes del ascensor
 - o Costes horas de montaje
 - o Costes materiales
 - o Otros costes
 - Legalización
 - Verificación
 - Almacenaje y transporte local
- Costes estructura auxiliar
 - o Estructura acero soporte
 - o Estructura acero
 - o Malla
 - o Seguridad y salud
- Costes implantación en obra
 - o Ayudas
 - o Protección ascensores
 - o Coordinación colocación anclajes
- Costes Plan Seguridad y Salud
 - o Protecciones individuales
 - o Protecciones colectivas
 - o Protecciones de la instalación
 - o Primeros auxilios

Siguiendo el esquema, se comenzará calculando los costes directos del ascensor que incluye los costes del material de los aparatos y los costes del montaje de los mismos.

Los costes de montaje dependerán de las horas necesarias para montar el ascensor. Se partirán de unas horas base que dependen del tipo del ascensor, el número de paradas y el recorrido y se añadirán las horas necesarias para el montaje de las diferentes opciones de acabados, señalización, electrificación,...que tenga cada ascensor.

Los costes de materiales de los aparatos incluyen los costes de todas las partes mecánicas del ascensor, y los acabados de cada uno, todo ello descrito en las especificaciones técnicas del apartado 4.2

A continuación se estudia los costes de la estructura auxiliar necesaria para los montajes de los ascensores y los costes de la implantación en obra y coordinación con los demás oficios de la obra.

Por último se desarrolla el estudio de costes del Plan de Seguridad y Salud descrito en el apartado 4.3.

5.2 Cálculo de costes del proyecto

5.2.1 Costes del ascensor

5.2.1.1 Cálculo de horas de montaje

Para calcular las horas de montaje, de un ascensor, se calcularán desglosando las horas totales de montaje en:

a) Horas base:

Las horas base serán comunes a los ascensores del mismo modelo, con la misma carga y la misma velocidad, y se añadirán horas base dependiendo del número de paradas y el recorrido total. Es decir, estas horas base dependen de:

- Carga del ascensor
- Velocidad del ascensor
- Modelo: con o sin cuarto de máquinas
- Número de paradas
- Recorrido total

Para calcular las horas base, se aplicará la fórmula

$$\text{Horas base totales (HBT)} = \text{horas tipo ascensor} + n^{\circ}\text{paradas} \times \text{horas base paradas} + \text{recorrido} \times \text{horas base recorrido} \quad (1)$$

b) Horas opciones

Se añadirán horas de montaje de aquellas opciones que necesiten tiempo extra de montajes. Estas opciones las clasificaremos en:

- Puertas de piso
- Puertas de cabina
- Tipo de cabina
- Tipo de señalización
- Opciones mecánicas
- Opciones eléctricas
- Opciones de grupo

c) Horas opciones locales

Por último se añadirán horas, por aquellas opciones que se realicen de forma local como puede ser

- Preparación de la obra
- Acabados de cabina locales
- Fijaciones por soldadura de anillos de guías
- Opciones de cabina escénica
- Limpieza de la obra....

5.2 Cálculo de costes del proyecto

Estas horas han sido estipuladas por experiencia en el montaje de ascensores. Según cada fabricante fija una tabla con las horas de montaje de cada modelo, a la que se le aplicará un factor de corrección dependiendo de cada región. En este caso el factor de corrección, llamado ITE, va a ser igual a 1.35.

Una vez calculadas el número de horas necesarias para el montaje de cada ascensor se multiplicará por 31.5€/hora para obtener el costes de las horas de montaje

$$\text{Total coste montaje} = n^{\circ}\text{horas montaje} \times \text{ITE} (1.35) \times 31.5 \text{ €/horas} \quad (2)$$

- Ascensores principales

Recordamos las características de los ascensores principales:

Tabla 33 Características asc. Principales

Carga n°per/kg)	21/1600
velocidad (m/s)	4
n°paradas	22
Recorrido	76,23
Grupo asc.	6
cuarto máquinas	Con

Las horas base fijadas para un ascensor de estas características son:

Tabla 34 Horas base asc PT21/4

Horas base	tipo asc	/paradas	/metros
PT21/4	96	3,2	1,6

Para calcular las horas base, aplicamos la fórmula (1)

$$\text{HBT} = 96 + 3.2 \times 22 + 1.6 \times 76.23 = 288.4 \text{ horas base}$$

A continuación calculamos las horas por aquellas opciones que incrementan las horas de montaje:

Tabla 35 Horas opciones asc. principales

Opciones cálculo de horas	horas base	por parada	por metro de recorrido
Puertas de piso alto tráfico centrales con marco		4,15	
Operador de puerta de cabina	1,83		
Puertas en Acero Inoxidable + Tornillos auto-roscantes		0,5	
Cortina de luz	2,5		
MAP Marco (panel de acceso al mantenimiento)	0,4		
Techo/Iluminación	1,5		
Módulos de espejo	0,9		
Pasamanos	0,5		
Altura interna de cabina mayor que 2200 mm Disponer plataforma de trabajo	2,5		
Ventilador axial (86 m3/h) 1 pc	1,5		
Cabina en acero inoxidable,	2,1		
Paracaídas en Contrapeso MX 18	4,8		0,01
Cableado de grupo	1,5		
Aplomado de grupo sin paredes de separación	0,5	0,2	
Botonera de piso, Indicador, Flechas de piso,		0,3	
Tipo de llavín: Microkaba/ Profilhalbtylinder		0,2	
ABE C Alarma en el techo de cabina	1,5		
ACU Sintetizador de voz Introduzca el número de unidades	1,2	0,2	
EPD Conexión a grupo Electrógeno	1,8		
EMH T Interruptor de emergencia en el hueco del ascensor	2,2		
EMR T Interruptor de emergencia en el techo de cabina	0,5		
FID Detección de incendio, (F)	0,3		
ISE C Intercomunicador de emergencia con el cuarto de control	0,95		
KNX Konexion 99 sistema	3,5		
SHL Rosario de luces	0,5		0,15
TOTAL horas	178.4		

Y por último calculamos las horas por opciones locales:

Tabla 36 Horas opciones locales asc. Principales

Opciones locales	Horas base	Por paradas
Transporte al sótano	2,00	
Protecciones en las entradas		0,75
Dos primeros anillos de fijaciones soldados (Acordado con KCO)	1,50	
Dos últimos anillos de fijaciones soldados (Acordado con KCO)	1,50	
Transformador (necesario para suministros 3*230V) (proceso C)	4,00	
Manipulación de desechos	2,00	
Básico: Prueba de la directiva de ascensores/ Inspección de Seguridad	5,00	
TOTAL		32,5

Por lo que las horas de montaje totales para cada ascensor principal serían de:

Tabla 37 Resumen horas asc.principales

Horas base	288,4
Horas opciones	178,4
Horas opciones locales	32,5
TOTAL horas	499,3

Por último, para calcular el coste de estas horas de montaje, aplicaremos el ITE correspondiente y el coste de las horas de montaje, según la expresión (2)

$$\text{Coste horas asc.principales} = 499,3 \times 1,35 \times 31,5 = \mathbf{21.233\text{€}}$$

- Ascensores de bomberos

Recordamos las características de los ascensores principales:

Tabla 38 Características ascensor bomberos

Carga nºper/kg)	26/2000
velocidad (m/s)	2.5
nºparadas	26
Recorrido	87.55
Grupo asc.	1
cuarto máquinas	Con

Las horas base fijadas para un ascensor de estas características son:

Tabla 39 Horas base ascensor PT24/2.5

Horas base	tipo asc	/paradas	/metros
PT26/2.5	104,5	2,95	1,98

Para calcular las horas base, aplicamos la fórmula (1)

$$HBT = 104.5 + 2.93 \times 26 + 1.98 \times 87.55 = 354,5 \text{ horas base}$$

A continuación calculamos las horas por las diferentes opciones que suponen un aumento de horas de montaje:

Tabla 40 Horas opciones asc. bomberos

Opciones cálculo de horas	horas base	parada por	metro de recorrido por
Puertas de piso alto tráfico centrales con marco		4,15	
Operador de puerta de cabina	1,83		
Puertas en Acero Inoxidable + Tornillos auto-roscantes		0,5	
Cortina de luz	2,5		
MAP Marco (panel de acceso al mantenimiento)	0,4		
Techo/Iluminación	1,5		
Módulos de espejo	0,9		
Pasamanos	0,5		
Altura interna de cabina mayor que 2200 mm	2,5		
Ventilador axial (86 m3/h) 1 pc	1,5		
Cabina en acero inoxidable,	2,1		
Paracaídas en Contrapeso MX 18	4,8		0,01
Botonera de piso, Indicador, Flechas de piso,		0,3	
Tipo de llavín: Microkaba/ Profilhalbtylinder		0,2	
Alarma en el techo de cabina	1,5		
Sintetizador de voz Introduzca el número de unidades	1,2	0,2	
Conexión a grupo Electrónico	1,8		
Interruptor de emergencia en el hueco del ascensor	2,2		
Interruptor de emergencia en el techo de cabina	0,5		
Detección de incendio, (F)	0,3		
Intercomunicador de emergencia con el control	0,95		
Konexión 99 sistema	3,5		
Llamada prioritaria en piso	0,9	0,45	
Bloqueo de llamadas de cabina	0,9	0,45	
Rosario de luces	0,5		0,15
TOTAL horas	197,6		

Y por último calculamos las horas por opciones locales:

Tabla 41 Horas opciones locales asc. bomberos

Opciones locales	Horas base	Por paradas
Transporte al sótano	2,00	
Protecciones en las entradas		0,75
Dos primeros anillos de fijaciones soldados (Acordado con KCO)	1,50	
Dos últimos anillos de fijaciones soldados (Acordado con KCO)	1,50	
Transformador (necesario para suministros 3*230V) (proceso C)	4,00	
Manipulación de desechos	2,00	
Básico: Prueba de la directiva de ascensores/ Inspección de Seguridad	5,00	
TOTAL		35,5

Por lo que el total de horas necesarias para el montaje del ascensor de bomberos serían de:

Tabla 42 Resumen horas ascensor bomberos

Horas base	354,5
Horas opciones	197,6
Horas opciones locales	35,5
TOTAL horas	587,6

Por último, para calcular el coste de estas horas de montaje, aplicaremos el ITE correspondiente y el coste de las horas de montaje, según la expresión (1)

$$\text{Coste horas asc.bomberos} = 586,92 \times 1.35 \times 31.5 = \mathbf{24.988\text{€}}$$

- **Ascensores de aparcamiento**

Recordamos las características de los ascensores de aparcamiento:

Tabla 43 Características asc. aparcamiento

Carga nºper/kg)	18/1350
velocidad (m/s)	1.6
nºparadas	4
Recorrido	11.05
Grupo asc.	2
cuarto máquinas	Sin

Tabla 44 Horas base asc. PW18/1.6

Horas base	tipo asc	/paradas	/metros
PW18/1.6	89.5	1.3	1.4

Para calcular las horas base, aplicamos la fórmula (1)

$$\text{HBT} = 89.5 + 1.3 \times 4 + 1.4 \times 11.05 = 110,17 \text{ horas base}$$

A continuación calculamos las horas por las diferentes opciones que suponen un aumento de horas de montaje:

Tabla 45 Horas opciones asc. aparcamiento

Opciones cálculo de horas	horas base	parada por	metro de recorrido por
Puertas de piso alto tráfico centrales con marco		4,15	
Operador de puerta de cabina	1,83		
Puertas en Acero Inoxidable + Tornillos auto-roscantes		0,5	
Cortina de luz	2,5		
MAP Marco (panel de acceso al mantenimiento)	0,4		
Techo/Iluminación	1,5		
Módulos de espejo	0,9		
Pasamanos	0,5		
Altura interna de cabina mayor que 2200 mm Disponer plataforma de trabajo	2,5		
Ventilador axial (86 m3/h) 1 pc	1,5		
Cabina en acero inoxidable,	2,1		
Paracaídas en Contrapeso MX 18	4,8		0,01
Cableado de grupo	1,5		
Aplomado de grupo sin paredes de separación	0,5	0,2	
Botonera de piso, Indicador, Flechas de piso,		0,3	
Tipo de llavín: Microkaba/ Profilhalbtylinder		0,2	

5.2 Cálculo de costes del proyecto

Opciones cálculo de horas			
ABE C Alarma en el techo de cabina	1,5		
ACU Sintetizador de voz	1,2	0,2	
EPD Conexión a grupo Electrónico	1,8		
EMH T Interruptor de emergencia en el hueco	2,2		
EMR T Interruptor de emergencia en el techo de cabina	0,5		
FID Detección de incendio, (F)	0,3		
ISE C Intercomunicador de emergencia con control	0,95		
KNX Konexion 99 sistema	3,5		
SHL Rosario de luces	0,5		0,15
TOTAL horas	56,95		

Y por último calculamos las horas por opciones locales:

Tabla 46 Horas opciones locales asc. aparcamiento

Opciones locales	Horas base	Por paradas
Transporte al sótano	2,00	
Protecciones en las entradas		0,75
Dos primeros anillos de fijaciones soldados (Acordado con KCO)	1,50	
Dos últimos anillos de fijaciones soldados (Acordado con KCO)	1,50	
Transformador (necesario para suministros 3*230V) (proceso C)	4,00	
Manipulación de desechos	2,00	
Básico: Prueba de la directiva de ascensores/ Inspección de Seguridad	5,00	
TOTAL	19	

Por lo que las horas necesarias totales para montar cada ascensor de aparcamiento serían:

Tabla 47 Resumen horas asc. aparcamiento

Horas base	110,17
Horas opciones	56,95
Horas opciones locales	19
TOTAL horas	186,12

Por último, para calcular el coste de estas horas de montaje, aplicaremos el ITE correspondiente y el coste de las horas de montaje, según la expresión (2)

$$\text{Coste horas asc. aparcamiento} = 185,16 \times 1.35 \times 31.5 = \mathbf{7.915\text{€}}$$

5.2.1.2 Cálculo materiales

A continuación se definen los componentes principales de los ascensores para poder realizar el cálculo de material de los mismos.

Tabla 48 Información de los ascensores para cálculo costes materiales

INFORMACIÓN DEL ASCENSOR			
Denominación	Público	Bomberos	Aparcamiento
Tipo	PT21/40-19	PT26/25-19	PW18/10-19
Grupo	6	2	1
Cuarto de máquinas	Parte superior	Parte superior	sin
Carga Q (kg)	1600	2000	1350
Carga(N°Personas)	21	26	18
Velocidad v (m/s)	4,0	2,5	1,0
Recorrido H (m)	76,23	86,73	11,10
Paradas	20	26	4
Control	LCE	LCE	LCE
Maniobra	KDH	KDH	V3F
Aceleración m/s ²	1,1	1,1	1,1
Cos φ	$\geq 0,95$	$\geq 0,95$	$\geq 0,95$
Intensidad nominal	Intensidad nominal	2,2 Intensidad nominal	2,2 Intensidad nominal
Electrificación	cerrado en una hoja galvanizada en caliente	cerrado en una hoja galvanizada en caliente	cerrado en una hoja galvanizada en caliente
Cables	Cable flexible con un 10% más de lo necesario	Cable flexible con un 10% más de lo necesario	Cable flexible con un 10% más de lo necesario
FosoPH (mm)	4500	2500	1600
Sobrerrecorrido SH (mm)	5500	5500	4300
Ancho hueco WW (mm)	2650	2300	2650
Prof. Hueco WD (mm)	2500	3250	2200

Tabla 49 Descripción del grupo tractor

GRUPO TRACTOR			
Denominación	Público	Bomberos	Aparcamiento
Aceleración m/s ²	Aceleración 1,1 y Jerk entre 0,8 y 2 m/s ³	Aceleración 1,1 y Jerk entre 0,8 y 2 m/s ³	Aceleración 1,1 y Jerk entre 0,8 y 2 m/s ³
Máquina	Gearless. Frenado regenerativo	Gearless. Frenado regenerativo	Gearless. Frenado regenerativo
Suspensión	1:1	1:1 ó 1:2	1:1 ó 1:2
Guías de cabina	al menos T140-2/BE	al menos T127-2/BE, fijadas 2 m máximo	Al menos T127-1/BE
Bridas guías cabina	El momento de inercia tiene que ser el mismo entre la unión de guías con en la mitad de la guía	El momento de inercia tiene que ser el mismo entre la unión de guías con en la mitad de la guía	El momento de inercia tiene que ser el mismo entre la unión de guías con en la mitad de la guía
Guiaderas	RG300	RG200	RG150
Modelo cable compensación	DRAKO	DRAKO	DRAKO
Guías contrapeso	al menos T127-1/BE	al menos T127-1/BE	al menos T89/BE
Paracaídas en contrapeso	Si	No	No
Compensación	Cables de compensación en lugar de cadena	Cables de compensación en lugar de cadena	Cables de compensación en lugar de cadena
Escalera de foso	Si	Si	Si
Pantalla contrapeso	acero galvanizado en caliente	acero galvanizado en caliente	acero galvanizado en caliente
Luz foso	. Min 36W, IP20	Min 36W, IP20	Min 36 w
Guiaderas contrapeso Cables suspensión	RG100 HRS Brugg o DRAKKO 300T. De acuerdo con EN81-1, EN36-715-89 y UNE 58-111-91. Los terminales de los cables de suspensión deben ser tipo cuña según DIN 15315 o DIN 3096	RG100 HRS Brugg o DRAKKO 300T. De acuerdo con EN81-1, EN36-715-89 y UNE 58-111-91. Los terminales de los cables de suspensión deben ser tipo cuña según DIN 15315 o DIN 3096	RG100 HRS Brugg o DRAKKO 300T. De acuerdo con EN81-1, EN36-715-89 y UNE 58-111-91. Los terminales de los cables de suspensión deben ser tipo cuña según DIN 15315 o DIN 3096

Tabla 50 Descripción de las características de cabina y puertas

CABINA Y PUERTAS			
Denominación	Público	Bomberos	Aparcamiento
Ancho BB	2100	1300	1700
Prof. DD	1600	2750	1650
Altura libre CH	2500	2800	2500
Aislamiento	RC2	RC2	
Ventilador	Si	Si	Si
Acabado de cabina			
Rodapié	acero inox	acero inox	acero inox
Pasamanos	Si, perfil L, acero inox	tubular 42mm, acero inox	No
Acabado paredes	acero inox "scotch"	acero inox "scotch"	chapa pintada de acero
Techo	Roble	AISI 316	chapa pintada de acero registrable
Suelo	Granito negro	Granito negro	chapa lagrimada
Puertas piso			
Puertas piso	El diámetro de la polea = 80mm	El diámetro de la polea = 80mm	
Tipo	Alto tráfico/central	Alto tráfico/lateral	Alto tráfico/central
Dimensiones LL X HH	1200 x 2300	1300x2500	1100 x 2300
Tipo rail	ACC VVVF	ACC VVVF	ACC VVVF
Acabado puertas piso	acero inox	acero inox	acero inox
Acabado marco	acero inox	acero inox	acero inox
Pisadera puertas piso	acero inox	acero inox	acero inox
Opciones			
Clasificación protección fuego	EI60 (RF60)	EI60 (RF60)	EI60 (RF60)
Tipo	Alto tráfico	Alto tráfico	Alto tráfico
arranques/año	800.000	800.000	800.000
Puertas cabina			
Acabado puertas cabina	acero inox	acero inox	acero inox
Dispositivos seguridad	cortina 3D	cortina	cortina
Pisadera puerta cabina	acero inox		acero inox
Tipo puerta	Alto tráfico	Alto tráfico	Alto tráfico
Maniobra	2	2	2
Tipo rail	2	2	2
Funciones	COF 3D, IR 180	COF 3D, IR 180	COF 3D, IR 180

Tabla 51 Descripción de la señalización de piso y cabina

SEÑALIZACIÓN			
Señalización de piso			
Denominación	Público	Bomberos	Aparcamiento
Modelo	acero inox	acero inox	acero inox
Placa frontal	acero inox	acero inox	acero inox
Tipo botones	DCS	DCS	DCS
Requerimientos discapacitados	Altavoz	-	Altavoz
Llavines	acero inox	acero inox	acero inox
Indicadores			
Modelo	acero inox	acero inox	acero inox
Display	LED, altura letra 250mm	LED, altura letra 250mm	LED, altura letra 250mm
Señalización de cabina			
Botonera			
Número	1	1	1
Posición	Lado A	Lado A	Cerca acceso
Material	acero inox	acero inox	acero inox
Tipo botones	redondo/acero inox	redondo/acero inox	redondo/acero inox
Seguridad	KRM	KRM	KRM
Llavines	acero inox	acero inox	acero inox
Funciones botones	DOB	DOB	DOB
	DCB	DCB	DCB
	Alarma	Alarma	Alarma
	Ventilador	Ventilador	Ventilador
	PRC	PRC	PRC
	LOL	LOL	LOL
Display	LCD 150x200 mm	LCD 150x200 mm	LCD 150x200 mm
Elementos especiales	THD < 5%	THD < 5%	THD < 30%
	2 horas de autonomía si falla la potencia para la luz de cabina y KRM 12v	2 horas de autonomía si falla la potencia para la luz de cabina y KRM 12v	
E-LINK	monitorizado	monitorizado	monitorizado
Secuenciador potencia	Si	Si	Si
Generador standby	Si	Si	Si
Seguridad	Monitorización	Monitorización	Monitorización

Tabla 52 Descripción de las características de control

CARACTERÍSTICAS DE CONTROL			
Denominación	Público	Bomberos	Aparcamiento
Tipo de maniobra	DCS	FC	FC
Opciones	Banda magnética	Banda magnética	Banda magnética
	Special VIP control	No	No
	EBD	EBD	EBD
	EPD con baterías	EPD con baterías	EPD con baterías
	Maniobra de evacuación de emergencia	Maniobra de evacuación de emergencia	Maniobra de evacuación de emergencia
		IP54	
	Power switch 2+earth (240V and 13A)		
	ADO	ADO	ADO
	Vigas de separación HEB140		
	Certificado CE de todos los componentes	Certificado CE de todos los componentes	Certificado CE de todos los componentes
		Segunda escalera en una de los lados exteriores	
	Todos los elementos visibles de acero inoxidable deben cumplir la EN 10088. El código de la aleación es 1440, X5CrNiMo17-12-2, AISI 316 Satinado	Todos los elementos visibles de acero inoxidable deben cumplir la EN 10088. El código de la aleación es 1440, X5CrNiMo17-12-2, AISI 316 Satinado	Todos los elementos visibles de acero inoxidable deben cumplir la EN 10088. El código de la aleación es 1440, X5CrNiMo17-12-2, AISI 316 Satinado
	Elementos visibles en ST/ST. Tod	Elementos visibles en ST/ST. Tod	Elementos visibles en ST/ST. Tod

- Ascensores principales

Tabla 53 Costes por unidad asc.principales

Coste material	142.750 €
Coste decoración	39.140 €

- Ascensor bomberos

Tabla 54 Costes Ascensor bomberos

Coste material	134.700 €
Coste decoración	28.530 €

- Ascensores aparcamiento

Tabla 55 Costes por unidad Asc. Aparcamiento

Coste material	52.100 €
Coste decoración	11.200 €

5.2.1.3 Otros costes

Al coste del montaje de los ascensores y del material, hay que incluir los siguientes costes:

- Legalización en industria
- Verificación unitaria del ascensor por tener alguna característica especial que sale de tipo CE
- Almacenaje
- Transporte local

Estos costes, por unidad de ascensor serían:

Legalización en industria	60 €
Verificación unitaria	500 €
Almacenaje	100 €
Transporte local	60 €

5.2.2 Cálculo coste estructura auxiliar

Se incluye en el presente apartado toda la estructura metálica necesaria para soporte y anclaje de los elementos de ascensores como:

- Vigas de acero de separación de hueco, a base de perfiles laminados en caliente de la ala ancha (HEB 140) Dispuestas al nivel de cada planta , para la fijación de las guías. Estas vigas de separación se fijarán por la parte posterior a la pared del hueco de hormigón, mediante placa de anclaje de acero y tacos metálicos de expansión. Por la parte anterior del frente de ascensores, las vigas de separación se fijarán en el forjado del piso, de la misma manera.
- Montante vertical entre las plantas para el apoyo de las vigas horizontales para los dinteles de puertas de piso , compuestos por tubo estructural de 120mm x 120mm y con un espesor mínimo de 6,5 mm. Estos perfiles se fijarán a cada forjado de hormigón mediante placa de anclaje de acero y tacos metálicos de expansión
- Vigas horizontales para soporte de dintel de las puertas de piso. El perfil correspondiente estará dimensionado de acuerdo con los esfuerzos a soportar por la puerta de piso. Dicho dintel se fijará al muro de hormigón lateral y a los montantes verticales intermedios de acero.

En caso necesario se incluye también la separación de los huecos con malla metálica formada por redondos de acero galvanizado en caliente sobre marcos de perfiles de acero también galvanizados en caliente, conforme a lo prescrito al efecto en la Norma EN 81-1.

- Acero, estructura soporte R-120:
Acero S275 JR en vigas, como estructura soporte del ascensor, formadas por piezas simples y/o compuestas, con perfiles laminados de la serie IPN, IPF, HEB, HEM, UPN, T, L, redondos, macizos, cuadrados, tubos, chapas y elementos de anclaje, trabajado en taller y colocado en obra con soldadura.
- Acero estructura:
Acero S275 JR en vigas, como estructura soporte del ascensor, formadas por piezas simples y/o compuestas, con perfiles laminados de la serie IPN, IPF, HEB, HEM, UPN, T, L, redondos, macizos, cuadrados, tubos, chapas y elementos de anclaje, trabajado en taller y colocado en obra con soldadura. Incluido tratamiento anticorrosivo, elementos de anclajes y fijación mediante tacos Hilti y tornillos de acero inoxidable
- Malla
Suministro y colocación de malla entre huecos de ascensores, de alambre trenzado en acero galvanizado de diámetro 2mm y enmarcado en “L” perimetral de dim. Aproximado 50x50x3cm. Tratamiento de protección contra el fuego mediante imprimación anticorrosiva ignífuga libre de plomo, compatible con la pintura intumescente, para conseguir un grado exigido, y aplicación de esmalte de acabado ignífugo.

Tabla 56 Costes estructura auxiliar

	Medición	Precio (€/kg)	Importe
Acero estructura soporte R-120 (kg)	18.367,0	2,8	50.509,3
Acero estructura soporte (kg)	13.175,0	2,8	36.231,3
Malla (m2)	881,0	80,0	70.480,0

5.2.3 Costes implantación en obra

En este apartado estudiamos diferentes unidades de obras, necesarias para el montaje de los ascensores.

- Ayudas:
Ayudas y coordinación para la instalación del ascensor, incluso trabajos de descarga y distribución y niveles, fijación de puertas, dinteles y guías, gancho o viga de elevación, cuadros y bancadas, rejillas de ventilación, huecos para el paso de cables e instalaciones, colocación de pavimento en cabina, fijación de cajas para botoneras o señalización, así como limpiezas, protecciones y retirada de las mismas, de elementos de acabados, agua y electricidad a pie de planta.
- Protección de los ascensores:
Elementos de protección del ascensor durante el período de obra, para su perfecta recepción posterior
- Coordinación en colocación de anclajes
Coordinación en el replanteo y la colocación tipo Halfen HTA 40/22, embebidos en el muro de hormigón durante el hormigonado del mismo.

Tabla 57 Otros costes

	Medición	Precio (€/kg)	Importe
Ayudas	1,0	1.000,0	1.000,0
Protección ascensores	10,0	1.500,0	15.000,0
Coordinación colocación anclajes	1,0	1.150,0	1.150,0

5.2.4 Plan Seguridad y Salud

A continuación se desarrolla el estudio de costes derivados de cumplir el Plan de Seguridad y Salud, descrito en los apartados anteriores.

5.2.4.1 Protecciones individuales

En la siguiente tabla se describen las protecciones individuales necesarias en el proyecto, junto con su respectivo precio y medición

Tabla 58 Protecciones individuales

Descripción	Precio (€)	Medición	Importe (€)
CASCO DE SEGURIDAD Casco de seguridad para uso normal, de polietileno, con un peso máximo de 400 gr., homologado.	7,84	1ud/cada operario y supervisor	54,88
EQUIPO DE SOLDADURA ELECTRICA Pantalla facial para soldadura eléctrica, con marco abatible de mano y soporte de poliéster reforzado con fibra de vidrio vulcanizada de 1,35 mm de grosor, Manoplas, mandil y polainas	68	1ud /pareja de operarios	204
GUANTES DE PROTECCIÓN Un par de guantes para uso general, de piel, con forro interior y sujeción elástica con los dedos cortados , un par de guantes dedos completos para manejo de cargas y un par de guantes de nitrilo para limpieza de grasa o aceite	5,48	1ud /operario	32,88
PAR DE GUANTES Un par de guantes dieléctricos contra riesgos de contactos eléctricos	8,13	1ud/operario	48,78
MASCARILLA CONTRA POLVO Una mascarilla para evitar la inhalación de polvo inorgánico FFP1S	0,97	1ud/operario	5,82
PAR DE BOTAS Par de botas de seguridad resistente a la humedad, de piel rectificadas, suela antideslizante y antiestática, con plantilla y puntera metálica y homologadas	22,88	1ud/ operario	136,8
AURICULARES DE PROTECCIÓN AUDITIVA Equipo de protección auditiva contra la exposición al ruido de tipo auricular, adaptable a su uso con el casco de seguridad	30	1ud/ operario	180
GAFAS DE PROTECCIÓN OCULAR Gafas de protección ocular contra proyecciones de partículas, graduadas si así se requiere	32	1ud/ operario	192
EQUIPOS DE PROTECCIÓN ANTI CAÍDAS Equipo de protección anticaídas formado por un arnés de seguridad, línea de vida, cuerda arnés, mosquetones y autobloqueo.	263	1ud/ operario	1578

5.2 Cálculo de costes del proyecto

Para ello, es necesario saber el número de operarios necesarios para realizar la instalación de los equipos.

Según el plan de ejecución previsto por el cliente, el número necesario de equipos en la obra sería de 3 parejas de operarios. A parte, habrá un supervisor, responsable de la obra y de coordinar los equipos de trabajo.

5.2.4.2 Protecciones colectivas

En la siguiente tabla se describen las protecciones colectivas necesarias con sus precios y mediciones correspondientes

Tabla 59 Protecciones colectivas

Descripción	Precio (€)	Medición	Importe(€)
RETIRADA MALLAZO Retirada del mallazo en cada hueco de ascensor al final de la instalación.	23	648 h	14.904
TÉCNICO SUPERIOR PRL Persona con la formación de técnico superior PRL, con dedicación completa en este proyecto	20	110 h	2.200
BRIGADA MANTENIMIENTO Equipo encargado mantenimiento de las protecciones colectivas	20	16 h	320
SEÑALIZACIÓN DE LA OBRA Señal de advertencia de operarios trabajando	15	1ud/pareja de operarios	45
BARANDILLA TECHO CABINA Instalación de barandilla de 70cm de altura, con barra intermedia y rodapié	65	1ud/ascensor	585

5.2.4.3 Protecciones de la instalación

En la siguiente tabla se describen las protecciones de la instalación necesarias con sus precios y mediciones correspondientes

Tabla 60 Protecciones de la instalación

Descripción	Precio (€)	Medición	Importe (€)
Instalación provisional eléctrica: Instalación cuadro eléctrico para poder realizar los trabajos de la instalación y poder conectar los equipos	520	1ud/pareja de operarios	520

5.2.4.4 Primeros auxilios

En la siguiente tabla se describen las protecciones de la instalación necesarias con sus precios y mediciones correspondientes

Tabla 61 Primeros auxilios

Descripción	Precio (€)	Medición	Importe (€)
Reposición material sanitario	60	1ud/obra	60

5.2.4.5 Resumen costes SyS

Según el plan de ejecución previsto por la obra, y teniendo en cuenta el total de equipos a montar, el número de parejas de operarios necesarias para poder realizar la instalación a tiempo, sería de 3 parejas de operarios. A parte de las parejas de operarios, el equipo de obra también estará formado por un supervisor, responsable de la obra.

Por lo que el coste de ejecutar el Plan de Seguridad y Salud, según lo establecido en los apartados anteriores será de :

Tabla 62 Costes Plan de Seguridad y Salud

Protecciones individuales	2.433,16€
Protecciones colectivas	18.054€
Protecciones instalación	1.560€
Primeros auxilios	60 €
TOTAL COSTES SyS	22.107,16€

5.3 Resumen costes del proyecto

A continuación se muestra en la tabla un resumen de todos los costes del proyecto, según lo estudiado en los apartados anteriores:

Tabla 63 Resumen costes del proyecto

Descripción	Unidad	Importe
Ascensores público:	6	1.223.058 €
Coste material		142.750 €
Coste decoración		39.140 €
Coste montaje		21.233 €
Otros costes		720 €
TOTAL/ud		203.843 €
Ascensores bomberos:	1	188.938 €
Coste material		134.700 €
Coste decoración		28.530 €
Coste montaje		24.988 €
Otros costes		720 €
TOTAL/ud		138.938 €
Ascensores aparcamiento:	2	143.870 €
Coste material		52.100 €
Coste decoración		11.200 €
Coste montaje		7.915 €
Otros costes		720 €
TOTAL/ud		71.935
Costes estructura auxiliar		157.220 €
Costes implantación en obra		15.650 €
Seguridad y Salud		22.107 €
TOTAL		1.751.273 €

Capítulo 6

Conclusiones

Llegados al final de este trabajo se puede afirmar que el objetivo principal de este Proyecto Fin de Carrera: “*Desarrollo de un proyecto de ingeniería real y completo del transporte vertical de un edificio de oficinas*”, se ha cumplido a plena satisfacción.

La principal aportación de este proyecto es el proyecto en sí, un documento original donde se plantea un problema real y se da solución al mismo, atendiendo a la normativa vigente aplicable al caso y preparado para poder ser visado. Resumidamente, el desarrollo de este proyecto ha consistido en:

- El estudio del núcleo del transporte vertical como una de las instalaciones principales para que el edificio objeto a estudio, cumpla con las necesidades para las cuales fue diseñado.
- Se ha realizado un estudio completo de tráfico vertical del edificio. Para ello, a través de datos de la población y del edificio, se han obtenido el número de ascensores, su capacidad y su velocidad. Así, se asegura que el núcleo de ascensores va a ser capaz de absorber la demanda de tráfico estimada, dentro de los parámetros satisfactorios de capacidad de carga y tiempos de espera, y sin costes innecesarios.
- A continuación, y ya teniendo definido el núcleo de transporte vertical, se han descrito las especificaciones técnicas de cada ascensor según los requerimientos del cliente. Estas especificaciones incluyen las partes mecánicas del ascensor, como la maniobra de control, la decoración de cabina y las opciones eléctricas.
- Además se presenta en el documento un informe con la normativa europea, nacional y local vigente aplicable a proyectos de tráfico vertical, cuyo cumplimiento es preceptivo para que un proyecto de ascensores pueda ser reglamentado y que, además sirva de documento de consulta para trabajos futuros.
- Al tratarse de un proyecto real, ha sido necesario realizar el Plan de Seguridad y Salud y el Plan de Gestión Medioambiental para su implantación en obra
 - o En el Plan de Seguridad y Salud se han estudiado las protecciones colectivas e individuales necesarias para la implantación en obra y se ha realizado una evaluación de riesgos de cada actividad.
 - o En el Plan de Gestión Medioambiental se han establecido las pautas a seguir para asegura que los residuos generados sean los

5.3 Resumen costes del proyecto

mínimos posibles, sean correctamente gestionados y el impacto medioambiental producido para la actividad sea el mínimo posible

- Por último se ha realizado un detallado estudio de costes del proyecto. Este estudio incluye los costes del material de los ascensores y de los materiales auxiliares para su instalación, el coste de montajes de los aparatos, el coste de la implantación en obra , y el coste derivado de aplicar el Plan de Seguridad y Salud.

Capítulo 7

Bibliografía

7.1 Bibliografía principal

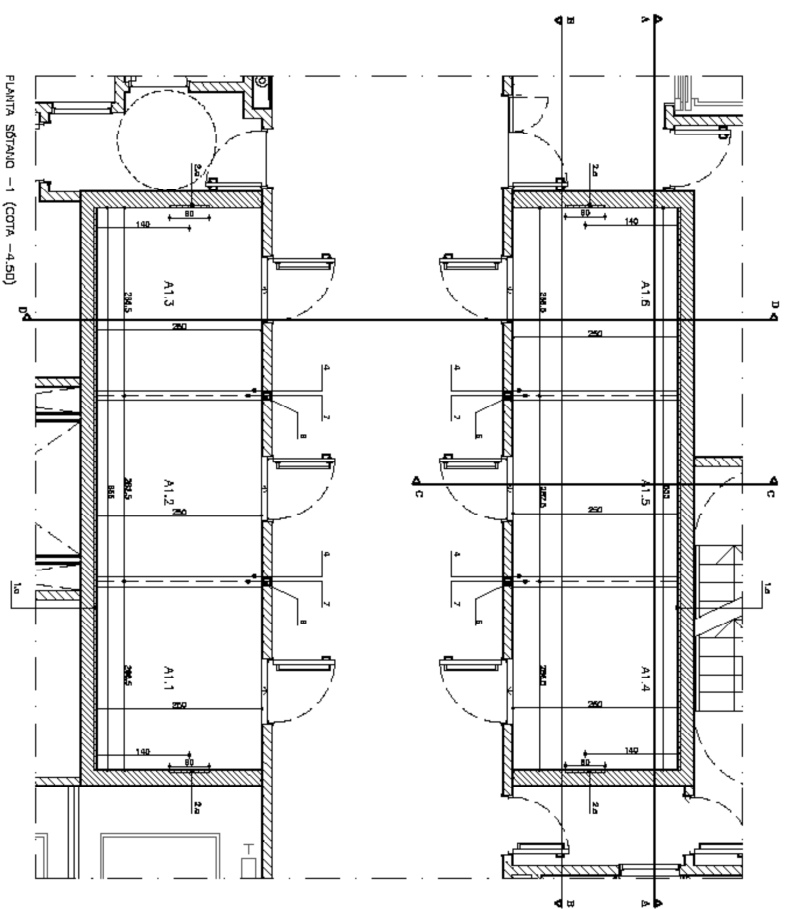
- Miravete A., 1996. *El libro del transporte vertical*. Servicio de Publicaciones. Centro Politécnico Superior. Universidad de Zaragoza. ISBN: 8492134925
- Díaz López V; López Boada B.; López Boada M.; Álvarez Caldas C.; Ramírez Berasategui B.; Fuentes Losa J. 2006. *Transportes*. UNED. ISBN 8436253124
- Ledo Ovies, José M^a, 1967. *Ascensores y montacargas*. CEAC
- Miravete A. Larrodé E., 2007. *Elevadores: principios e innovaciones*. Reverté. ISBN:9788429180121
- KONE Elevadores S.A. 2013 En: <http://www.kone.com> (Octubre- Noviembre 2012)
- Asociación Española de Normalización y Certificación, 1999. *Normas de seguridad para la construcción e instalación de los ascensores*. AENOR. M.30335-1999.
- Garrido Rubio, J. 2012. *Diseño, instalación y puesta en marcha de ascensor eficientemente sostenible en un edificio de viviendas ya existente*. Proyecto Fin de Carrera. Universidad Carlos III de Madrid
- Blanco Blázquez V., 2012. *Modernización de una instalación existente de ascensores*. Proyecto Fin de Carrera. Universidad Carlos III de Madrid

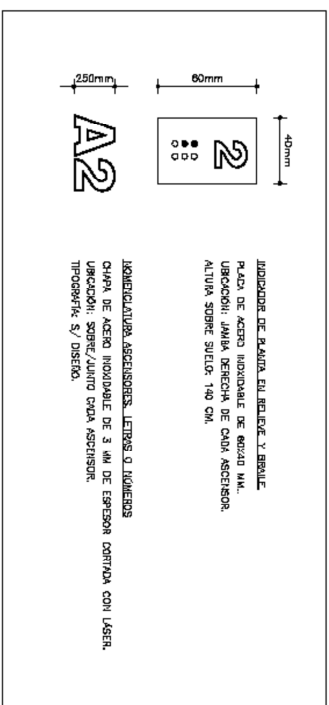
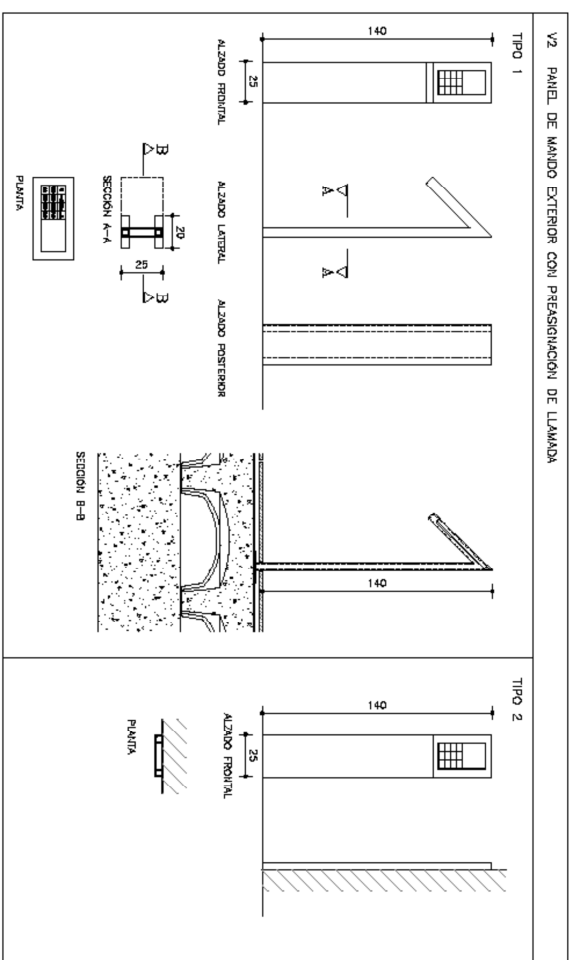
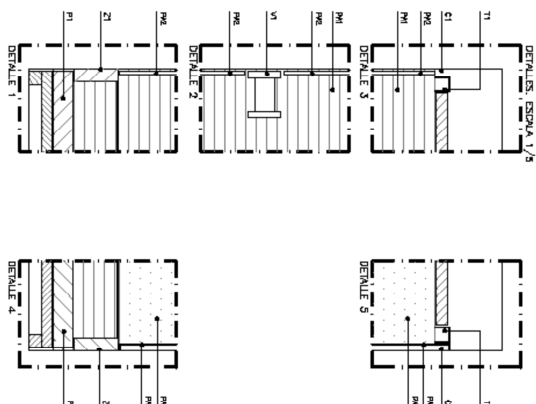
7.2 Normativa consultada

Nota: A continuación se detallan sólo los dos principales documentos normativos consultados. El resto de normativa aplicable se encuentra en el capítulo 2.6. *Normativa y Legislación aplicable*

- UNE-EN-81-1: *Normas de seguridad para la construcción en instalación de ascensores* (1998 y revisión 2001)
- Código Técnico de la Edificación. En : <http://www.codigotecnico.org> (Enero 2013)

Anexo: Planos



[illegible]

